

BEST AVAILABLE COPY

10.789.819

07.08.04

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月18日
Date of Application:

出願番号 特願2003-074628
Application Number:
[JP2003-074628]
ST. 10/C]:

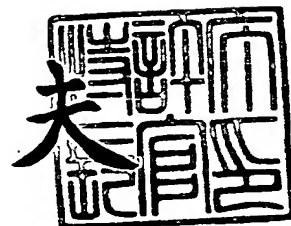
願人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-309736

【書類名】 特許願

【整理番号】 15P091

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/01

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 坂上 裕介

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 新川 修

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091292

【弁理士】

【氏名又は名称】 増田 達哉

【電話番号】 3595-3251

【選任した代理人】

【識別番号】 100091627

【弁理士】

【氏名又は名称】 朝比 一夫

【電話番号】 3595-3251

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007593

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0015134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液滴吐出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることにより前記キャビティに連通するノズルから前記液体を液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドを備え、前記液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査しつつ前記ノズルから液滴を吐出して前記液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、

前記ノズルからの液滴の吐出異常をその原因とともに検出する吐出異常検出手段と、

前記液滴吐出ヘッドに対し、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段と、

前記吐出異常検出手段によって吐出異常が検出されたノズルをその原因と関連付けて記憶する記憶手段とを備え、

前記全ノズルについて前記吐出異常検出手段による検出を行った場合、吐出異常が発生した異常ノズルがあったときには、その吐出異常の原因に応じた回復処理を少なくとも前記異常ノズルに対して前記回復手段により実行し、その後、前記異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って前記吐出異常検出手段による検出を再度行うことを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 2】 前記回復手段は、前記液滴吐出ヘッドのノズルが配列されるノズル面をワイパにより拭き取るワイピング処理を行うワイピング手段と、前記アクチュエータを駆動して前記ノズルから液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段と、前記液滴吐出ヘッドのノズル面を覆うキャップに接続するポンプによりポンプ吸引処理を行うポンピング手段とを含む請求項 1 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 3】 前記吐出異常検出手段が検出し得る吐出異常の原因は、前記キャビティへの気泡混入と、前記ノズル付近の液体の乾燥による増粘と、前記ノズル出口付近への紙粉付着とを含み、

前記回復手段は、前記異常ノズルの吐出異常の原因が、気泡混入の場合には前



記ポンピング手段によるポンプ吸引処理を実行し、乾燥増粘の場合には前記フラッシング手段によるフラッシング処理または前記ポンピング手段によるポンプ吸引処理を実行し、紙粉付着の場合には少なくとも前記ワイパによるワイピング処理を実行する請求項 2 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 4】 駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることにより前記キャビティに連通するノズルから前記液体を液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドを備え、前記液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査しつつ前記ノズルから液滴を吐出して前記液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、

前記ノズルからの液滴の吐出異常をその原因とともに検出する吐出異常検出手段と、

前記液滴吐出ヘッドに対し、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段と、

前記吐出異常検出手段によって吐出異常が検出されたノズルをその原因と関連付けて記憶する記憶手段とを備え、

前記回復手段は、前記アクチュエータを駆動して前記ノズルから液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段を含み、

前記全ノズルについて前記吐出異常検出手段による検出を行った場合、吐出異常が発生した異常ノズルがあったときには、前記異常ノズルに対してのみフラッシング処理を実行した後、前記異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って前記吐出異常検出手段による検出を再度行い、吐出異常が解消していない再異常ノズルがあったときには、該再異常ノズルの吐出異常の原因に応じた回復処理を少なくとも前記再異常ノズルに対して前記回復手段により実行し、その後、前記再異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って前記吐出異常検出手段による検出を再度行うことを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 5】 前記回復手段は、前記液滴吐出ヘッドのノズルが配列されるノズル面をワイパにより拭き取るワイピング処理するワイピング手段と、前記液滴吐出ヘッドのノズル面を覆うキャップに接続するポンプによりポンプ吸引処理をするポンピング手段とをさらに含む請求項 4 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 6】 前記吐出異常検出手段が検出し得る吐出異常の原因は、前記キャビティへの気泡混入と、前記ノズル付近の液体の乾燥による増粘と、前記ノズル出口付近への紙粉付着とを含み、

前記回復手段は、前記再異常ノズルの吐出異常の原因が、気泡混入または乾燥増粘の場合には前記ポンピング手段によるポンプ吸引処理を実行し、紙粉付着の場合には少なくとも前記ワイパによるワイピング処理を実行する請求項 5 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 7】 前記回復手段は、吐出異常の原因に応じた回復処理を行った後、前記各ノズルに対してフラッシング処理を実行する請求項 2 ないし 6 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 8】 前記ワイピング手段は、複数組のノズル群ごとに別々にワイピング処理することができるように構成され、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルの吐出異常の原因に応じてワイピング処理するとき、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルを含むノズル群に対してのみワイピング処理する請求項 2、3、5 および 6 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 9】 前記ポンピング手段は、複数組のノズル群ごとに別々にポンプ吸引処理することができるように構成され、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルの吐出異常の原因に応じてポンプ吸引処理するとき、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルを含むノズル群に対してのみポンプ吸引処理する請求項 2、3、5 および 6 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 10】 前記複数組のノズル群は、吐出する液滴の種類が互いに異なる請求項 8 または 9 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 11】 前記吐出異常検出手段による検出を行った結果、吐出異常が検出されたノズルがあった場合、その旨を報知する報知手段をさらに備える請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 12】 前記液滴吐出ヘッドのアクチュエータは、前記キャビティ内の圧力を変化させるように変位し得る振動板を有し、

前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、吐出異常を検出する請求項 1 ない

し 11 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 13】 前記アクチュエータは、静電式アクチュエータである請求項 12 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 14】 前記アクチュエータは、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータである請求項 12 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 15】 前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振する請求項 12 ないし 14 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 16】 前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによる CR 発振回路を構成する請求項 15 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 17】 前記液滴吐出ヘッドのアクチュエータは、前記キャビティ内に充填された液体を加熱して膜沸騰を生じさせ得る発熱体を有し、

前記液滴吐出ヘッドは、前記キャビティ内の圧力の変化に追従して弾性的に変位する振動板と、前記振動板と対向するように設置された電極とをさらに備え、

前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、吐出異常を検出する請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 18】 前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板と前記電極とで構成されるコンデンサの静電容量の、前記振動板の残留振動に伴う経時的変動に基づいて、該発振回路が発振する請求項 17 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 19】 前記発振回路は、前記コンデンサの静電容量成分と、抵抗素子の抵抗成分とによる CR 発振回路を構成する請求項 18 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 20】 前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含む請求項 12 ないし 19 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 21】 前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定すると

もに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する判定手段を含む請求項 1 2 ないし 2 0 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 2】 前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定する請求項 2 1 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 3】 前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成する F / V 変換回路を含む請求項 1 5、1 6、1 8 および 1 9 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 4】 前記吐出異常検出手段は、前記 F / V 変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含む請求項 2 3 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 5】 前記波形整形回路は、前記 F / V 変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去する D C 成分除去手段と、この D C 成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力する請求項 2 4 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 6】 前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含む請求項 2 5 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 7】 前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測する請求項 2 6 に記載の液滴吐出装置。

【請求項 2 8】 前記液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含む請求項 1 ないし 2 7 のいずれかに記載の液滴吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液滴吐出装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

液滴吐出装置の一つであるインクジェットプリンタは、複数のノズルからインク滴（液滴）を吐出して所定の用紙上に画像形成を行っている。インクジェットプリンタの印刷ヘッド（インクジェットヘッド）には、多数のノズルが設けられているが、インクの粘度の増加や、気泡の混入、塵や紙粉の付着等の原因によって、いくつかのノズルが目詰まりしてインク滴を吐出できない場合がある。ノズルが目詰まりするとプリントされた画像内にドット抜けが生じ、画質を劣化させる原因となっている。

【0 0 0 3】

従来、このようなインク滴の吐出異常（以下、「ドット抜け」ともいう）を検出する方法として、インクジェットヘッドのノズルからインク滴が吐出されない状態（インク滴吐出異常状態）をインクジェットヘッドのノズル毎に光学的に検出する方法が考案されている（例えば、特許文献 1 など）。この方法により、ドット抜け（吐出異常）を発生しているノズルを特定することが可能となっている。

【0 0 0 4】

しかしながら、上述の光学式のドット抜け（液滴吐出異常）検出方法では、光源および光学センサを含む検出器が液滴吐出装置（例えば、インクジェットプリンタ）に取付けられている。この検出方法では、一般に、液滴吐出ヘッド（インクジェットヘッド）のノズルから吐出する液滴が光源と光学センサの間を通過し、光源と光学センサの間の光を遮断するように、光源および光学センサを精密な精度で（高精度に）設定（設置）しなければならないという問題がある。また、

このような検出器は通常高価であり、インクジェットプリンタの製造コストが増大してしまうという問題もある。さらに、ノズルからのインクミストや印刷用紙等の紙粉によって、光源の出力部や光学センサの検出部が汚れてしまい、検出器の信頼性が問題となる可能性もある。

【0005】

さらに、上述の光学式のドット抜け検出方法では、ノズルのドット抜け、すなわち、インク滴の吐出異常（不吐出）を検出することはできるが、その検出結果に基づいてドット抜け（吐出異常）の原因を特定（判定）することができず、ドット抜けの原因に対応する適切な回復処理を選択し、実行することが不可能であるという問題もある。そのため、従来のドット抜け検出方法では、ドット抜けの原因に関係なくシーケンシャルな回復処理が実行され、例えば、ワイピング処理で回復可能な状態であるにもかかわらず、インクジェットヘッドからインクをポンプ吸引などすることにより、排インク（無駄なインク）が増加することや、適切な回復処理が行われないために必ずしも必要でない複数の回復処理を実施することによって、インクジェットプリンタ（液滴吐出装置）のスループットを低下あるいは悪化させてしまう。

【0006】

【特許文献1】

特開平8-309963号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、液滴吐出ヘッドの吐出異常が検出された場合、その吐出異常の原因を特定し、従来のようなシーケンシャルな回復処理ではなく、その原因に応じた適切な回復処理を実行することができ、また、回復処理によって液滴吐出ヘッドが正常状態に回復したかどうかを効率良く確認することができる液滴吐出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の液滴吐出装置は、駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることにより前記キャビティに連通するノズルから前記液体を液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドを備え、前記液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査しつつ前記ノズルから液滴を吐出して前記液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、

前記ノズルからの液滴の吐出異常をその原因とともに検出する吐出異常検出手段と、

前記液滴吐出ヘッドに対し、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段と、

前記吐出異常検出手段によって吐出異常が検出されたノズルをその原因と関連付けて記憶する記憶手段とを備え、

前記全ノズルについて前記吐出異常検出手段による検出を行った場合、吐出異常が発生した異常ノズルがあったときには、その吐出異常の原因に応じた回復処理を少なくとも前記異常ノズルに対して前記回復手段により実行し、その後、前記異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って前記吐出異常検出手段による検出を再度行うことを特徴とする。

【0009】

これにより、液滴吐出ヘッドの吐出異常が検出された場合、その異常ノズルの吐出異常の原因に応じて、適切な回復処理を実行するので、従来の液滴吐出装置におけるシーケンシャルな回復処理とは異なり、回復処理時に例えばインク等の吐出対象液を無駄に排出するのを防止することができるので、吐出対象液の消費量を低減することができる。また、必要でない種類の回復処理を行わないので、回復処理に要する時間を短縮でき、液滴吐出装置のスループット（単位時間当たりの印刷枚数）の向上が図れる。

また、回復処理の後、異常ノズルに対し吐出異常検出手段による検出を再度行って正常状態に回復したかどうかを確認するので、その後の印刷動作において吐出異常が発生するのをより確実に防止することができる。また、ここでは、異常ノズルのみに液滴吐出動作を行わせて吐出異常検出手段による検出を行うので、前回の検出で正常だったノズルからは液滴を吐出しないで済む。よって、吐出対

象液を無駄に吐出するのを回避することとなり、吐出対象液の消費量をさらに低減することができる。さらに、吐出異常検出手段等の負担も軽減することができる。

【0010】

本発明の液滴吐出装置では、前記回復手段は、前記液滴吐出ヘッドのノズルが配列されるノズル面をワイパにより拭き取るワイピング処理を行うワイピング手段と、前記アクチュエータを駆動して前記ノズルから液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段と、前記液滴吐出ヘッドのノズル面を覆うキャップに接続するポンプによりポンプ吸引処理を行うポンピング手段とを含むことが好ましい。

これにより、回復手段は、吐出異常の原因に応じ、ワイピング処理、フラッシング処理、ポンプ吸引処理から適切かつ無駄のない回復処理を選択して実行することができる。

【0011】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段が検出し得る吐出異常の原因は、前記キャビティへの気泡混入と、前記ノズル付近の液体の乾燥による増粘と、前記ノズル出口付近への紙粉付着とを含み、

前記回復手段は、前記異常ノズルの吐出異常の原因が、気泡混入の場合には前記ポンピング手段によるポンプ吸引処理を実行し、乾燥増粘の場合には前記フラッシング手段によるフラッシング処理または前記ポンピング手段によるポンプ吸引処理を実行し、紙粉付着の場合には少なくとも前記ワイパによるワイピング処理を実行することが好ましい。

【0012】

これにより、吐出異常の原因として、キャビティへの気泡混入、ノズル付近での液体の乾燥・増粘、ノズル出口付近への紙粉付着、のそれぞれに応じて適切かつ無駄のない回復処理を行うことができる。なお、本発明において、「紙粉」とは、単に記録用紙などから発生した紙粉のみに限らず、例えば、紙送りローラ（給紙ローラ）などのゴムの切れ端や、空気中に浮遊するごみなどを含むノズル付近に付着して液滴吐出の妨げとなるすべてのものをいう。

【0 0 1 3】

本発明の液滴吐出装置は、駆動回路によりアクチュエータを駆動して液体が充填されたキャビティ内の圧力を変化させることにより前記キャビティに連通するノズルから前記液体を液滴として吐出する複数の液滴吐出ヘッドを備え、前記液滴吐出ヘッドを液滴受容物に対し相対的に走査しつつ前記ノズルから液滴を吐出して前記液滴受容物に着弾させる液滴吐出装置であって、

前記ノズルからの液滴の吐出異常をその原因とともに検出する吐出異常検出手段と、

前記液滴吐出ヘッドに対し、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段と、

前記吐出異常検出手段によって吐出異常が検出されたノズルをその原因と関連付けて記憶する記憶手段とを備え、

前記回復手段は、前記アクチュエータを駆動して前記ノズルから液滴を予備的に吐出するフラッシング処理を実行するフラッシング手段を含み、

前記全ノズルについて前記吐出異常検出手段による検出を行った場合、吐出異常が発生した異常ノズルがあったときには、前記異常ノズルに対してのみフラッシング処理を実行した後、前記異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って前記吐出異常検出手段による検出を再度行い、吐出異常が解消していない再異常ノズルがあったときには、該再異常ノズルの吐出異常の原因に応じた回復処理を少なくとも前記再異常ノズルに対して前記回復手段により実行し、その後、前記再異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って前記吐出異常検出手段による検出を再度行うことを特徴とする。

【0 0 1 4】

これにより、液滴吐出ヘッドの吐出異常が検出された場合、その異常ノズルの吐出異常の原因が軽微なものである場合などには、フラッシング処理によって異常ノズルを正常な状態に迅速に回復させることができる。また、この際、正常だったノズルからは液滴を吐出しないので、例えばインク等の吐出対象液を無駄に消費することもない。

また、フラッシング処理の後、異常ノズルに対し吐出異常検出手段による検出

を再度行って正常状態に回復したかどうかを確認するので、その後の印刷動作において吐出異常が発生するのをより確実に防止することができる。また、ここでは、異常ノズルのみに液滴吐出動作を行わせて吐出異常検出手段による検出を行うので、前回の検出で正常だったノズルからは液滴を吐出しないで済む。よって、吐出対象液を無駄に吐出するのを回避することとなり、吐出対象液の消費量をさらに低減することができる。

また、異常ノズルが回復したかどうかを確認した結果、吐出異常が解消していない再異常ノズルがあったときには、その再異常ノズルの吐出異常の原因に応じて、適切な回復処理を実行するので、従来の液滴吐出装置におけるシーケンシャルな回復処理とは異なり、回復処理時に吐出対象液を無駄に排出するのを防止することができるので、吐出対象液の消費量をさらに低減することができる。また、必要でない種類の回復処理を行わないので、回復処理に要する時間を短縮でき、液滴吐出装置のスループット（単位時間当たりの印刷枚数）の向上が図れる。

また、再異常ノズルに対する回復処理の後、再異常ノズルに対し吐出異常検出手段による検出を再度行って正常状態に回復したかどうかを確認するので、その後の印刷動作において吐出異常が発生するのをより確実に防止することができる。また、ここでは、再異常ノズルのみに液滴吐出動作を行わせて吐出異常検出手段による検出を行うので、前回の検出で正常だったノズルからは液滴を吐出しないで済む。よって、吐出対象液を無駄に吐出するのを回避することとなり、吐出対象液の消費量をさらに低減することができる。さらに、吐出異常検出手段等の負担も軽減することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の液滴吐出装置では、前記回復手段は、前記液滴吐出ヘッドのノズルが配列されるノズル面をワイパにより拭き取るワイピング処理するワイピング手段と、前記液滴吐出ヘッドのノズル面を覆うキャップに接続するポンプによりポンプ吸引処理をするポンピング手段とをさらに含むことが好ましい。

これにより、回復手段は、吐出異常の原因に応じ、ワイピング処理、フラッシング処理、ポンプ吸引処理から適切かつ無駄のない回復処理を選択して実行することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段が検出し得る吐出異常の原因は、前記キャビティへの気泡混入と、前記ノズル付近の液体の乾燥による増粘と、前記ノズル出口付近への紙粉付着とを含み、

前記回復手段は、前記再異常ノズルの吐出異常の原因が、気泡混入または乾燥増粘の場合には前記ポンピング手段によるポンプ吸引処理を実行し、紙粉付着の場合には少なくとも前記ワイパによるワイピング処理を実行することが好ましい。

これにより、吐出異常の原因として、キャビティへの気泡混入、ノズル付近での液体の乾燥・増粘、ノズル出口付近への紙粉付着、のそれぞれに応じて適切かつ無駄のない回復処理を行うことができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の液滴吐出装置では、前記回復手段は、吐出異常の原因に応じた回復処理を行った後、前記各ノズルに対してフラッシング処理を実行することが好ましい。

これにより、ノズル面に残留した色等が異なる各種類の吐出対象液が混合するのを防止することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の液滴吐出装置では、前記ワイピング手段は、複数組のノズル群ごとに別々にワイピング処理することができるように構成され、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルの吐出異常の原因に応じてワイピング処理するとき、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルを含むノズル群に対してのみワイピング処理することが好ましい。

これにより、ワイピング処理が必要なノズルを含むノズル群のみを選択的にワイピング処理することができるので、全ノズルに対して一括してワイピング処理を行う場合と比べ、無駄なく、効率の良いワイピング処理を行うことができる。

【 0 0 1 9 】

本発明の液滴吐出装置では、前記ポンピング手段は、複数組のノズル群ごとに別々にポンプ吸引処理することができるように構成され、前記異常ノズルまたは

前記再異常ノズルの吐出異常の原因に応じてポンプ吸引処理するとき、前記異常ノズルまたは前記再異常ノズルを含むノズル群に対してのみポンプ吸引処理することが好ましい。

これにより、ポンプ吸引処理が必要なノズルを含むノズル群のみを選択的にポンプ吸引処理することができるので、全ノズルに対して一括してポンプ吸引処理を行う場合と比べ、無駄なく、効率の良いポンプ吸引処理を行うことができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の液滴吐出装置では、前記複数組のノズル群は、吐出する液滴の種類が互いに異なることが好ましい。

これにより、種類の相異なる吐出対象液を吐出するノズル群ごとにワイピング処理やポンプ吸引処理を行うことができるので、無駄なく効率の良い回復処理が行えたとともに、種類の異なる吐出対象液が混合するのを防止することもできる。

【 0 0 2 1 】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段による検出を行った結果、吐出異常が検出されたノズルがあった場合、その旨を報知する報知手段をさらに備えることが好ましい。

これにより、吐出異常の発生を使用者（操作者）に迅速に知らせることができる。

【 0 0 2 2 】

本発明の液滴吐出装置では、前記液滴吐出ヘッドのアクチュエータは、前記キャビティ内の圧力を変化させるように変位し得る振動板を有し、

前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、吐出異常を検出することが好ましい。

これにより、比較的簡単な構成で、吐出異常およびその原因を正確かつ確実に検出することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の液滴吐出装置では、前記アクチュエータは、静電式アクチュエータで

あることが好ましい。

これにより、静電式アクチュエータを利用した液滴吐出ヘッドの場合、比較的簡単な構成で、吐出異常およびその原因を正確かつ確実に検出することができる。

本発明の液滴吐出装置では、前記アクチュエータは、圧電素子のピエゾ効果を利用した圧電アクチュエータであることが好ましい。

これにより、圧電アクチュエータを利用した液滴吐出ヘッドの場合、比較的簡単な構成で、吐出異常およびその原因を正確かつ確実に検出することができる。

【 0 0 2 4 】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板の残留振動によって変化する前記アクチュエータの静電容量成分に基づいて、該発振回路が発振することが好ましい。

これにより、低廉で簡単な構造の回路構成で、吐出異常をより正確に検出することができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の液滴吐出装置では、前記発振回路は、前記アクチュエータの静電容量成分と、前記アクチュエータに接続される抵抗素子の抵抗成分とによる C R 発振回路を構成することが好ましい。

これにより、振動板の残留振動をより正確に検出することができ、それによって、吐出異常をより正確に検出することができる。

【 0 0 2 6 】

本発明の液滴吐出装置では、前記液滴吐出ヘッドのアクチュエータは、前記キャビティ内に充填された液体を加熱して膜沸騰を生じさせ得る発熱体を有し、

前記液滴吐出ヘッドは、前記キャビティ内の圧力の変化に追従して弾性的に変位する振動板と、前記振動板と対向するように設置された電極とをさらに備え、

前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動を検出し、該検出された前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、吐出異常を検出することが好ましい。

これにより、サーマルジェット方式の液滴吐出ヘッドの場合、比較的簡単な構

成で、吐出異常およびその原因を正確かつ確実に検出することができる。

【0 0 2 7】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段は、発振回路を備え、前記振動板と前記電極とで構成されるコンデンサの静電容量の、前記振動板の残留振動に伴う経時的変動に基づいて、該発振回路が発振することが好ましい。

これにより、低廉で簡単な構造の回路構成で、吐出異常をより正確に検出することができる。

【0 0 2 8】

本発明の液滴吐出装置では、前記発振回路は、前記コンデンサの静電容量成分と、抵抗素子の抵抗成分とによる C R 発振回路を構成することが好ましい。

これにより、振動板の残留振動をより正確に検出することができ、それによって、吐出異常をより正確に検出することができる。

本発明の液滴吐出装置では、前記振動板の残留振動の振動パターンは、前記残留振動の周期を含むことが好ましい。

これにより、吐出異常をより高い精度で検出することができる。

【0 0 2 9】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段は、前記振動板の残留振動の振動パターンに基づいて、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常の有無を判定するとともに、前記液滴吐出ヘッドの液滴の吐出異常があると判定した際、その吐出異常の原因を判定する判定手段を含むことが好ましい。

これにより、吐出異常の有無および原因をより確実に判定することができる。

【0 0 3 0】

本発明の液滴吐出装置では、前記判定手段は、前記振動板の残留振動の周期が所定の範囲の周期よりも短いときには、前記キャビティ内に気泡が混入したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が所定の閾値よりも長いときには、前記ノズル付近の液体が乾燥により増粘したものと判定し、前記振動板の残留振動の周期が前記所定の範囲の周期よりも長く、前記所定の閾値よりも短いときには、前記ノズルの出口付近に紙粉が付着したものと判定することが好ましい。

これにより、吐出異常の原因として、キャビティ内への気泡の混入、ノズル付

近での液体の乾燥・増粘、ノズルの出口付近への紙粉付着を判別することができる。

【0031】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段は、前記発振回路の出力信号における発振周波数の変化に基づいて生成される所定の信号群により、前記振動板の残留振動の電圧波形を生成するF/V変換回路を含むことが好ましい。

これにより、残留振動波形を検出する際、その検出感度を大きく設定することができる。

【0032】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段は、前記F/V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形を所定の波形に整形する波形整形回路を含むことが好ましい。

これにより、残留振動波形を検出する際、その検出感度を大きく設定することができる。

【0033】

本発明の液滴吐出装置では、前記波形整形回路は、前記F/V変換回路によって生成された前記振動板の残留振動の電圧波形から直流成分を除去するDC成分除去手段と、このDC成分除去手段によって直流成分を除去された電圧波形と所定の電圧値とを比較する比較器とを含み、該比較器は、該電圧比較に基づいて、矩形波を生成して出力することが好ましい。

これにより、残留振動波形を検出する際、その検出感度を大きく設定することができる。

【0034】

本発明の液滴吐出装置では、前記吐出異常検出手段は、前記波形整形回路によって生成された前記矩形波から前記振動板の残留振動の周期を計測する計測手段を含むことが好ましい。

これにより、振動板の残留振動の周期をより簡単に、そしてより正確に検出することができる。

【0035】

本発明の液滴吐出装置では、前記計測手段は、カウンタを有し、該カウンタが基準信号のパルスをカウントすることによって、前記矩形波の立ち上がりエッジ間あるいは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間を計測することが好ましい。

これにより、振動板の残留振動の周期をより簡単に、そしてより正確に検出することができる。

本発明では、前記液滴吐出装置は、インクジェットプリンタを含むことが好ましい。

これにより、上記効果を達成することができるインクジェットプリンタを提供することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図49を参照して本発明の液滴吐出装置の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態は例示として挙げるものであり、これにより本発明の内容を限定的に解釈すべきではない。なお、以下、本実施形態では、本発明の液滴吐出装置の一例として、インク（液状材料）を吐出して記録用紙（液滴受容物）に画像をプリントするインクジェットプリンタを用いて説明する。

【0037】

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態における液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタ1の構成を示す概略図である。なお、以下の説明では、図1中、上側を「上部」、下側を「下部」という。まず、このインクジェットプリンタ1の構成について説明する。

【0038】

図1に示すインクジェットプリンタ1は、装置本体2を備えており、上部後方に記録用紙Pを設置するトレイ21と、下部前方に記録用紙Pを排出する排紙口22と、上部面に操作パネル7とが設けられている。

操作パネル7は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、LEDランプ等で構成され、エラーメッセージ等を表示する表示部（図示せず）と、各

種スイッチ等で構成される操作部（図示せず）とを備えている。この操作パネル 7 の表示部は、報知手段として機能する。

【0039】

また、装置本体 2 の内部には、主に、往復動する印字手段（移動体）3 を備える印刷装置（印刷手段）4 と、記録用紙 P を印刷装置 4 に対し供給・排出する給紙装置（液滴受容物搬送手段）5 と、印刷装置 4 および給紙装置 5 を制御する制御部（制御手段）6 とを有している。

制御部 6 の制御により、給紙装置 5 は、記録用紙 P を一枚ずつ間欠送りする。この記録用紙 P は、印字手段 3 の下部近傍を通過する。このとき、印字手段 3 が記録用紙 P の送り方向とはほぼ直交する方向に往復移動して、記録用紙 P への印刷が行なわれる。すなわち、印字手段 3 の往復動と記録用紙 P の間欠送りとが、印刷における主走査および副走査となって、インクジェット方式の印刷が行なわれる。

【0040】

印刷装置 4 は、印字手段 3 と、印字手段 3 を主走査方向に移動（往復動）させる駆動源となるキャリッジモータ 41 と、キャリッジモータ 41 の回転を受けて、印字手段 3 を往復動させる往復動機構 42 とを備えている。

印字手段 3 は、複数のヘッドユニット 35 と、各ヘッドユニット 35 にインクを供給するインクカートリッジ（I/C）31 と、各ヘッドユニット 35 およびインクカートリッジ 31 を搭載したキャリッジ 32 とを有している。なお、インクの消費量が多いインクジェットプリンタの場合には、インクカートリッジ 31 がキャリッジ 32 に搭載されず別な場所に設置され、チューブでヘッドユニット 35 と連通されインクが供給されるように構成してもよい（図示せず）。

【0041】

なお、インクカートリッジ 31 として、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック（黒）の 4 色のインクを充填したものをを用いることにより、フルカラー印刷が可能となる。この場合、印字手段 3 には、各色にそれぞれ対応したヘッドユニット 35（この構成については、後に詳述する。）が設けられることになる。ここで、図 1 では、4 色のインクに対応した 4 つのインクカートリッジ 31 を示して

いるが、印字手段 3 は、その他の色、例えば、ライトシアン、ライトマゼンダ、ダークイエロー、特色インクなどのインクカートリッジ 31 をさらに備えるように構成されてもよい。

【0042】

往復動機構 42 は、その両端をフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸 422 と、キャリッジガイド軸 422 と平行に延在するタイミングベルト 421 とを有している。

キャリッジ 32 は、往復動機構 42 のキャリッジガイド軸 422 に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト 421 の一部に固定されている。

【0043】

キャリッジモータ 41 の作動により、プーリを介してタイミングベルト 421 を正逆走行させると、キャリッジガイド軸 422 に案内されて、印字手段 3 が往復動する。そして、この往復動の際に、印刷されるイメージデータ（印刷データ）に対応して、ヘッドユニット 35 の各インクジェットヘッド 100 から適宜インク滴が吐出され、記録用紙 P への印刷が行われる。

【0044】

給紙装置 5 は、その駆動源となる給紙モータ 51 と、給紙モータ 51 の作動により回転する給紙ローラ 52 とを有している。

給紙ローラ 52 は、記録用紙 P の搬送経路（記録用紙 P）を挟んで上下に対向する従動ローラ 52a と駆動ローラ 52b とで構成され、駆動ローラ 52b は給紙モータ 51 に連結されている。これにより、給紙ローラ 52 は、トレイ 21 に設置した多数枚の記録用紙 P を、印刷装置 4 に向かって 1 枚ずつ送り込んだり印刷装置 4 から 1 枚ずつ排出したりようになっている。なお、トレイ 21 に代えて、記録用紙 P を収容する給紙カセットを着脱自在に装着し得るような構成であってもよい。

さらに給紙モータ 51 は、印字手段 3 の往復動作と連動して、画像の解像度に応じた記録用紙 P の紙送りも行う。給紙動作と紙送り動作については、それぞれ別のモータで行うことも可能であり、また、電磁クラッチなどのトルク伝達の切り替えを行う部品によって同じモータで行うことも可能である。

【0 0 4 5】

制御部 6 は、例えば、パーソナルコンピュータ（P C）やデジタルカメラ（D C）等のホストコンピュータ 8 から入力された印刷データに基づいて、印刷装置 4 や給紙装置 5 等を制御することにより記録用紙 P に印刷処理を行うものである。また、制御部 6 は、操作パネル 7 の表示部にエラーメッセージ等を表示させ、あるいは L E D ランプ等を点灯／点滅させるとともに、操作部から入力された各種スイッチの押下信号に基づいて、対応する処理を各部に実行させるものである。さらに、制御部 6 は、必要に応じてエラーメッセージや吐出異常などの情報をホストコンピュータ 8 に転送することもある。

【0 0 4 6】

図 2 は、本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。この図 2 において、本発明のインクジェットプリンタ 1 は、ホストコンピュータ 8 から入力された印刷データなどを受け取るインターフェース部（I F : Interface） 9 と、制御部 6 と、キャリッジモータ 4 1 と、キャリッジモータ 4 1 を駆動制御するキャリッジモータドライバ 4 3 と、給紙モータ 5 1 と、給紙モータ 5 1 を駆動制御する給紙モータドライバ 5 3 と、ヘッドユニット 3 5 と、ヘッドユニット 3 5 を駆動制御するヘッドドライバ 3 3 と、吐出異常検出手段 1 0 と、回復手段 2 4 と、操作パネル 7 とを備える。なお、吐出異常検出手段 1 0 、回復手段 2 4 およびヘッドドライバ 3 3 については、詳細を後述する。

【0 0 4 7】

この図 2 において、制御部 6 は、印刷処理や吐出異常検出処理などの各種処理を実行する C P U （Central Processing Unit） 6 1 と、ホストコンピュータ 8 から I F 9 を介して入力される印刷データを図示しないデータ格納領域に格納する不揮発性半導体メモリの一種である E E P R O M （Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）（記憶手段） 6 2 と、後述する吐出異常検出処理などを実行する際に各種データを一時的に格納し、あるいは印刷処理などのアプリケーションプログラムを一時的に展開する R A M （Random Access Memory） 6 3 と、各部を制御する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリの一種である P R O M 6 4 とを備えている。なお、制御部 6 の各構成要素は、図示し

ないバスを介して電氣的に接続されている。

【0 0 4 8】

上述のように、印字手段 3 は、各色のインクに対応した複数のヘッドユニット 3 5 を備える。また、各ヘッドユニット 3 5 は、複数のノズル 1 1 0 と、これらの各ノズル 1 1 0 にそれぞれ対応する静電アクチュエータ 1 2 0 とを備える。すなわち、ヘッドユニット 3 5 は、1 組のノズル 1 1 0 および静電アクチュエータ 1 2 0 を有してなるインクジェットヘッド 1 0 0（液滴吐出ヘッド）を複数個備えた構成になっている。そして、ヘッドドライバ 3 3 は、各インクジェットヘッド 1 0 0 の静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動して、インクの吐出タイミングを制御する駆動回路 1 8 と、切替手段 2 3 とから構成される（図 1 6 参照）。なお、静電アクチュエータ 1 2 0 の構成については後述する。

【0 0 4 9】

また、制御部 6 には、図示しないが、例えば、インクカートリッジ 3 1 のインク残量、印字手段 3 の位置、温度、湿度等の印刷環境等を検出可能な各種センサが、それぞれ電氣的に接続されている。

制御部 6 は、I F 9 を介して、ホストコンピュータ 8 から印刷データを入手すると、その印刷データを E E P R O M 6 2 に格納する。そして、C P U 6 1 は、この印刷データに所定の処理を実行して、この処理データおよび各種センサからの入力データに基づいて、各ドライバ 3 3、4 3、5 3 に駆動信号を出力する。各ドライバ 3 3、4 3、5 3 を介してこれらの駆動信号が入力されると、ヘッドユニット 3 5 の複数の静電アクチュエータ 1 2 0、印刷装置 4 のキャリッジモータ 4 1 および給紙装置 5 がそれぞれ作動する。これにより、記録用紙 P に印刷処理が実行される。

【0 0 5 0】

次に、印字手段 3 内の各ヘッドユニット 3 5 の構造を説明する。図 3 は、図 1 に示すヘッドユニット 3 5（インクジェットヘッド 1 0 0）の概略的な断面図であり、図 4 は、1 色のインクに対応するヘッドユニット 3 5 の概略的な構成を示す分解斜視図であり、図 5 は、図 3 および図 4 に示すヘッドユニット 3 5 を適用した印字手段 3 のノズル面の一例を示す平面図である。なお、図 3 および図 4 は

、通常使用される状態とは上下逆に示されている。

【0051】

図3に示すように、ヘッドユニット35は、インク取り入れ口131、ダンパ室130およびインク供給チューブ311を介して、インクカートリッジ31に接続されている。ここで、ダンパ室130は、ゴムからなるダンパ132を備えている。このダンパ室130により、キャリッジ32が往復走行する際のインクの揺れおよびインク圧の変化を吸収することができ、これにより、ヘッドユニット35に所定量のインクを安定的に供給することができる。

【0052】

また、ヘッドユニット35は、シリコン基板140を挟んで、上側に同じくシリコン製のノズルプレート150と、下側にシリコンと熱膨張率が近いホウ珪酸ガラス基板（ガラス基板）160とがそれぞれ積層された3層構造をなしている。中央のシリコン基板140には、独立した複数のキャビティ（圧力室）141（図4では、7つのキャビティを示す）と、1つのリザーバ（共通インク室）143と、このリザーバ143を各キャビティ141に連通させるインク供給口（オリフィス）142としてそれぞれ機能する溝が形成されている。各溝は、例えば、シリコン基板140の表面からエッチング処理を施すことにより形成することができる。このノズルプレート150と、シリコン基板140と、ガラス基板160とがこの順序で接合され、各キャビティ141、リザーバ143、各インク供給口142が区画形成されている。

【0053】

これらのキャビティ141は、それぞれ短冊状（直方体状）に形成されており、後述する振動板121の振動（変位）によりその容積が可変であり、この容積変化によりノズル110からインク（液状材料）を吐出するよう構成されている。ノズルプレート150には、各キャビティ141の先端側の部分に対応する位置に、ノズル110が形成されており、これらが各キャビティ141に連通している。また、リザーバ143が位置しているガラス基板160の部分には、リザーバ143に連通するインク取入れ口131が形成されている。インクは、インクカートリッジ31からインク供給チューブ311、ダンパ室130を経てイン

ク取入れ口 131 を通り、リザーバ 143 に供給される。リザーバ 143 に供給されたインクは、各インク供給口 142 を通って、独立した各キャビティ 141 に供給される。なお、各キャビティ 141 は、ノズルプレート 150 と、側壁（隔壁） 144 と、底壁 121 とによって、区画形成されている。

【0054】

独立した各キャビティ 141 は、その底壁 121 が薄肉に形成されており、底壁 121 は、その面外方向（厚さ方向）、すなわち、図 3 において上下方向に弾性変形（弾性変位）可能な振動板（ダイヤフラム）として機能するように構成されている。したがって、この底壁 121 の部分を、以後の説明の都合上、振動板 121 と称して説明することもある（すなわち、以下、「底壁」と「振動板」のいずれにも符号 121 を用いる）。

【0055】

ガラス基板 160 のシリコン基板 140 側の表面には、シリコン基板 140 の各キャビティ 141 に対応した位置に、それぞれ、浅い凹部 161 が形成されている。したがって、各キャビティ 141 の底壁 121 は、凹部 161 が形成されたガラス基板 160 の対向壁 162 の表面に、所定の間隙を介して対峙している。すなわち、キャビティ 141 の底壁 121 と後述するセグメント電極 122 の間には、所定の厚さ（例えば、0.2 ミクロン程度）の空隙が存在する。なお、前記凹部 161 は、例えば、エッチングなどで形成することができる。

【0056】

ここで、各キャビティ 141 の底壁（振動板） 121 は、ヘッドドライバ 33 から供給される駆動信号によってそれぞれ電荷を蓄えるための各キャビティ 141 側の共通電極 124 の一部を構成している。すなわち、各キャビティ 141 の振動板 121 は、それぞれ、後述する対応する静電アクチュエータ 120 の対向電極（コンデンサの対向電極）の一方を兼ねている。そして、ガラス基板 160 の凹部 161 の表面には、各キャビティ 141 の底壁 121 に対峙するように、それぞれ、共通電極 124 に対向する電極であるセグメント電極 122 が形成されている。また、図 3 に示すように、各キャビティ 141 の底壁 121 の表面は、シリコンの酸化膜（ SiO_2 ）からなる絶縁層 123 により覆われている。こ

のように、各キャビティ 141 の底壁 121、すなわち、振動板 121 と、それに対応する各セグメント電極 122 とは、キャビティ 141 の底壁 121 の図 3 中下側の表面に形成された絶縁層 123 と凹部 161 内の空隙とを介し、対向電極（コンデンサの対向電極）を形成（構成）している。したがって、振動板 121 と、セグメント電極 122 と、これらの間の絶縁層 123 および空隙とにより、静電アクチュエータ 120 の主要部が構成される。

【0057】

図 3 に示すように、これらの対向電極の間に駆動電圧を印加するための駆動回路 18 を含むヘッドドライバ 33 は、制御部 6 から入力される印字信号（印字データ）に応じて、これらの対向電極間の充放電を行う。ヘッドドライバ（電圧印加手段）33 の一方の出力端子は、個々のセグメント電極 122 に接続され、他方の出力端子は、シリコン基板 140 に形成された共通電極 124 の入力端子 124a に接続されている。なお、シリコン基板 140 には不純物が注入されており、それ自体が導電性をもつために、この共通電極 124 の入力端子 124a から底壁 121 の共通電極 124 に電圧を供給することができる。また、例えば、シリコン基板 140 の一方の面に金や銅などの導電性材料の薄膜を形成してもよい。これにより、低い電気抵抗で（効率良く）共通電極 124 に電圧（電荷）を供給することができる。この薄膜は、例えば、蒸着あるいはスパッタリング等によって形成すればよい。ここで、本実施形態では、例えば、シリコン基板 140 とガラス基板 160 とを陽極接合によって結合（接合）させるので、その陽極結合において電極として用いる導電膜をシリコン基板 140 の流路形成面側（図 3 に示すシリコン基板 140 の上部側）に形成している。そして、この導電膜をそのまま共通電極 124 の入力端子 124a として用いる。なお、本発明では、例えば、共通電極 124 の入力端子 124a を省略してもよく、また、シリコン基板 140 とガラス基板 160 との接合方法は、陽極接合に限定されない。

【0058】

図 4 に示すように、ヘッドユニット 35 は、複数のノズル 110 が形成されたノズルプレート 150 と、複数のキャビティ 141、複数のインク供給口 142、1つのリザーバ 143 が形成されたシリコン基板（インク室基板）140 と、

絶縁層 123 とを備え、これらがガラス基板 160 を含む基体 170 に収納されている。基体 170 は、例えば、各種樹脂材料、各種金属材料等で構成されており、この基体 170 にシリコン基板 140 が固定、支持されている。

【0059】

なお、ノズルプレート 150 に形成されたノズル 110 は、図 4 では簡潔に示すためにリザーバ 143 に対して略並行に直線的に配列されているが、ノズルの配列パターンはこの構成に限らず、通常は、例えば、図 5 に示すノズル配置パターンのように、段をずらして配置される。また、このノズル 110 間のピッチは、印刷解像度 (dpi : dot per inch) に応じて適宜設定され得るものである。なお、図 5 では、4 色のインク (インクカートリッジ 31) を適用した場合におけるノズル 110 の配置パターンを示している。

【0060】

図 6 は、図 3 の III-III 断面の駆動信号入力時の各状態を示す。ヘッドドライバ 33 から対向電極間に駆動電圧が印加されると、対向電極間にクーロン力が発生し、底壁 (振動板) 121 は、初期状態 (図 6 (a)) に対して、セグメント電極 122 側へ撓み、キャビティ 141 の容積が拡大する (図 6 (b))。この状態において、ヘッドドライバ 33 の制御により、対向電極間の電荷を急激に放電させると、振動板 121 は、その弾性復元力によって図中上方に復元し、初期状態における振動板 121 の位置を越えて上部に移動し、キャビティ 141 の容積が急激に収縮する (図 6 (c))。このときキャビティ 141 内に発生する圧縮圧力により、キャビティ 141 を満たすインク (液状材料) の一部が、このキャビティ 141 に連通しているノズル 110 からインク滴として吐出される。

【0061】

各キャビティ 141 の振動板 121 は、この一連の動作 (ヘッドドライバ 33 の駆動信号によるインク吐出動作) により、次の駆動信号 (駆動電圧) が入力されて再びインク滴を吐出するまでの間、減衰振動をしている。以下、この減衰振動を残留振動とも称する。振動板 121 の残留振動は、ノズル 110 やインク供給口 142 の形状、あるいはインク粘度等による音響抵抗 r と、流路内のインク重量によるイナータンス m と、振動板 121 のコンプライアンス C_m とによって

決定される固有振動周波数を有するものと想定される。

【 0 0 6 2 】

上記想定に基づく振動板 1 2 1 の残留振動の計算モデルについて説明する。図 7 は、振動板 1 2 1 の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。このように、振動板 1 2 1 の残留振動の計算モデルは、音圧 P と、上述のイナータンス m 、コンプライアンス C_m および音響抵抗 r とで表せる。そして、図 7 の回路に音圧 P を与えた時のステップ応答を体積速度 u について計算すると、次式が得られる。

【 0 0 6 3 】

【数 1】

$$u = \frac{P}{\omega \cdot m} e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{m \cdot C_m} - \alpha^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{r}{2m} \quad (3)$$

【 0 0 6 4 】

この式から得られた計算結果と、別途行ったインク滴の吐出後の振動板 1 2 1 の残留振動の実験における実験結果とを比較する。図 8 は、振動板 1 2 1 の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。この図 8 に示すグラフからも分かるように、実験値と計算値の 2 つの波形は、概ね一致している。

【 0 0 6 5 】

さて、ヘッドユニット 3 5 の各インクジェットヘッド 1 0 0 では、前述したような吐出動作を行ったにもかかわらずノズル 1 1 0 からインク滴が正常に吐出されない現象、すなわち液滴の吐出異常が発生する場合がある。この吐出異常が発生する原因としては、後述するように、(1) キャビティ 1 4 1 内への気泡の混入、(2) ノズル 1 1 0 付近でのインクの乾燥・増粘（固着）、(3) ノズル 1 1 0 出口付近への紙粉付着、等が挙げられる。

【0066】

この吐出異常が発生すると、その結果としては、典型的にはノズル110から液滴が吐出されないこと、すなわち液滴の不吐出現象が現れ、その場合、記録用紙Pに印刷（描画）した画像における画素のドット抜けを生じる。また、吐出異常の場合には、ノズル110から液滴が吐出されたとしても、液滴の量が過少であったり、その液滴の飛行方向（弾道）がずれたりして適正に着弾しないので、やはり画素のドット抜けとなって現れる。このようなことから、以下の説明では、液滴の吐出異常のことを単に「ドット抜け」と言う場合もある。

【0067】

以下においては、図8に示す比較結果に基づいて、インクジェットヘッド100のノズル110に発生する印刷処理時のドット抜け（吐出異常）現象（液滴不吐出現象）の原因別に、振動板121の残留振動の計算値と実験値がマッチ（概ね一致）するように、音響抵抗 r および／またはイナータンス m の値を調整する。

まず、ドット抜けの1つの原因であるキャビティ141内への気泡の混入について検討する。図9は、図3のキャビティ141内に気泡Bが混入した場合のノズル110付近の概念図である。この図9に示すように、発生した気泡Bは、キャビティ141の壁面に発生付着しているものと想定される（図9では、気泡Bの付着位置の一例として、気泡Bがノズル110付近に付着している場合を示す）。

【0068】

このように、キャビティ141内に気泡Bが混入した場合には、キャビティ141内を満たすインクの総重量が減り、イナータンス m が低下するものと考えられる。また、気泡Bは、キャビティ141の壁面に付着しているので、その径の大きさだけノズル110の径が大きくなったような状態となり、音響抵抗 r が低下するものと考えられる。

【0069】

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗 r 、イナータンス m を共に小さく設定して、気泡混入時の残留振動の実験値とマッチン

グすることにより、図10のような結果（グラフ）が得られた。図8および図10のグラフから分かるように、キャビティ141内に気泡が混入した場合には、正常吐出時に比べて周波数が高くなる特徴的な残留振動波形が得られる。なお、音響抵抗 r の低下などにより、残留振動の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げていることも確認することができる。

【0070】

次に、ドット抜けのもう1つの原因であるノズル110付近でのインクの乾燥（固着、増粘）について検討する。図11は、図3のノズル110付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル110付近の概念図である。この図11に示すように、ノズル110付近のインクが乾燥して固着した場合、キャビティ141内のインクは、キャビティ141内に閉じこめられたような状況となる。このように、ノズル110付近のインクが乾燥、増粘した場合には、音響抵抗 r が増加するものと考えられる。

【0071】

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗 r を大きく設定して、ノズル110付近のインク乾燥固着（増粘）時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図12のような結果（グラフ）が得られた。なお、図12に示す実験値は、数日間図示しないキャップを装着しない状態でヘッドユニット35を放置し、ノズル110付近のインクが乾燥、増粘したことによりインクを吐出することができなくなった（インクが固着した）状態における振動板121の残留振動を測定したものである。図8および図12のグラフから分かるように、ノズル110付近のインクが乾燥により固着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなるとともに、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。これは、インク滴を吐出するために振動板121が図3中下方に引き寄せられることによって、キャビティ141内にリザーバ143からインクが流入した後に、振動板121が図3中上方に移動するときに、キャビティ141内のインクの逃げ道がないために、振動板121が急激に振動できなくなるため（過減衰となるため）である。

【0072】

次に、ドット抜けのさらにもう 1 つの原因であるノズル 1 1 0 出口付近への紙粉付着について検討する。図 1 3 は、図 3 のノズル 1 1 0 出口付近に紙粉が付着した場合のノズル 1 1 0 付近の概念図である。この図 1 3 に示すように、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着した場合、キャビティ 1 4 1 内から紙粉を介してインクが染み出してしまうとともに、ノズル 1 1 0 からインクを吐出することができなくなる。このように、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着し、ノズル 1 1 0 からインクが染み出している場合には、振動板 1 2 1 からみてキャビティ 1 4 1 内および染み出し分のインクが正常時よりも増えることにより、イナータンス m が増加するものと考えられる。また、ノズル 1 1 0 の出口付近に付着した紙粉の繊維によって音響抵抗 r が増大するものと考えられる。

【 0 0 7 3 】

したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、イナータンス m 、音響抵抗 r を共に大きく設定して、ノズル 1 1 0 の出口付近への紙粉付着時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 1 4 のような結果（グラフ）が得られた。図 8 および図 1 4 のグラフから分かるように、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が低くなる特徴的な残留振動波形が得られる（ここで、紙粉付着の場合、インクの乾燥の場合よりは、残留振動の周波数が高いことも、図 1 2 および図 1 4 のグラフから分かる。）なお、図 1 5 は、この紙粉付着前後におけるノズル 1 1 0 の状態を示す写真である。ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着すると、紙粉に沿ってインクがにじみ出している状態を、図 1 5（b）から見出すことができる。

【 0 0 7 4 】

ここで、ノズル 1 1 0 付近のインクが乾燥して増粘した場合と、ノズル 1 1 0 の出口付近に紙粉が付着した場合とでは、いずれも正常にインク滴が吐出された場合に比べて減衰振動の周波数が低くなっている。これら 2 つのドット抜け（インク不吐出：吐出異常）の原因を振動板 1 2 1 の残留振動の波形から特定するために、例えば、減衰振動の周波数や周期、位相において所定のしきい値を持って比較するか、あるいは、残留振動（減衰振動）の周期変化や振幅変化の減衰率から特定することができる。このようにして、各インクジェットヘッド 1 0 0 にお

けるノズル 110 からのインク滴が吐出されたときの振動板 121 の残留振動の変化、特に、その周波数の変化によって、各インクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出することができる。また、その場合の残留振動の周波数を正常吐出時の残留振動の周波数と比較することにより、吐出異常の原因を特定することもできる。

【0075】

次に、吐出異常検出手段 10 について説明する。図 16 は、図 3 に示す吐出異常検出手段 10 の概略的なブロック図である。この図 16 に示すように、吐出異常検出手段 10 は、発振回路 11 と、F/V 変換回路 12 と、波形整形回路 15 とから構成される残留振動検出手段 16 と、この残留振動検出手段 16 によって検出された残留振動波形データから周期や振幅などを計測する計測手段 17 と、この計測手段 17 によって計測された周期などに基づいてインクジェットヘッド 100 の吐出異常を判定する判定手段 20 とを備えている。吐出異常検出手段 10 では、残留振動検出手段 16 は、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動に基づいて、発振回路 11 が発振し、その発振周波数から F/V 変換回路 12 および波形整形回路 15 において振動波形を形成して、検出する。そして、計測手段 17 は、検出された振動波形に基づいて残留振動の周期などを計測し、判定手段 20 は、計測された残留振動の周期などに基づいて、印字手段 3 内の各ヘッドユニット 35 が備える各インクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出、判定する。以下、吐出異常検出手段 10 の各構成要素について説明する。

【0076】

まず、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の残留振動の周波数（振動数）を検出するために、発振回路 11 を用いる方法を説明する。図 17 は、図 3 の静電アクチュエータ 120 を平行平板コンデンサとした場合の概念図であり、図 18 は、図 3 の静電アクチュエータ 120 から構成されるコンデンサを含む発振回路 11 の回路図である。なお、図 18 に示す発振回路 11 は、シュミットトリガのヒステリシス特性を利用する CR 発振回路であるが、本発明はこのような CR 発振回路に限定されず、アクチュエータ（振動板を含む）の静電容量成分（コンデンサ C）を用いる発振回路であればどのような発振回路でもよい。発振回路

11は、例えば、LC発振回路を利用した構成としてもよい。また、本実施形態では、シュミットトリガインバータを用いた例を示して説明しているが、例えば、インバータを3段用いたCR発振回路を構成してもよい。

【0077】

図3に示すインクジェットヘッド100では、上述のように、振動板121と非常にわずかな間隔（空隙）を隔てたセグメント電極122とが対向電極を形成する静電アクチュエータ120を構成している。この静電アクチュエータ120は、図17に示すような平行平板コンデンサと考えることができる。このコンデンサの静電容量をC、振動板121およびセグメント電極122のそれぞれの表面積をS、2つの電極121、122の距離（ギャップ長）をg、両電極に挟まれた空間（空隙）の誘電率を ϵ （真空の誘電率を ϵ_0 、空隙の比誘電率を ϵ_r とすると、 $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ）とすると、図17に示すコンデンサ（静電アクチュエータ120）の静電容量C(x)は、次式で表される。

【0078】

【数2】

$$C(x) = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{S}{g - x} \quad (F) \quad (4)$$

【0079】

なお、式(4)のxは、図17に示すように、振動板121の残留振動によって生じる振動板121の基準位置からの変位量を示している。

この式(4)から分かるように、ギャップ長g（ギャップ長g－変位量x）が小さくなれば、静電容量C(x)は大きくなり、逆にギャップ長g（ギャップ長g－変位量x）が大きくなれば、静電容量C(x)は小さくなる。このように、静電容量C(x)は、（ギャップ長g－変位量x）（xが0の場合は、ギャップ長g）に反比例している。なお、図3に示す静電アクチュエータ120では、空隙は空気で満たされているので、比誘電率 $\epsilon_r = 1$ である。

【0080】

また、一般に、液滴吐出装置（本実施形態では、インクジェットプリンタ 1）の解像度が高まるにつれて、吐出されるインク滴（インクドット）が微小化されるので、この静電アクチュエータ 120 は、高密度化、小型化される。それによって、インクジェットヘッド 100 の振動板 121 の表面積 S が小さくなり、小さな静電アクチュエータ 120 が構成される。さらに、インク滴吐出による残留振動によって変化する静電アクチュエータ 120 のギャップ長 g は、初期ギャップ g_0 の 1 割程度となるため、式（4）から分かるように、静電アクチュエータ 120 の静電容量の変化量は非常に小さな値となる。

【0081】

この静電アクチュエータ 120 の静電容量の変化量（残留振動の振動パターンにより異なる）を検出するために、以下のような方法、すなわち、静電アクチュエータ 120 の静電容量に基づいた図 18 のような発振回路を構成し、発振された信号に基づいて残留振動の周波数（周期）を解析する方法を用いる。図 18 に示す発振回路 11 は、静電アクチュエータ 120 から構成されるコンデンサ（ C ）と、シュミットトリガインバータ 111 と、抵抗素子（ R ）112 とから構成される。

【0082】

シュミットトリガインバータ 111 の出力信号が $High$ レベルの場合、抵抗素子 112 を介してコンデンサ C を充電する。コンデンサ C の充電電圧（振動板 121 とセグメント電極 122 との間の電位差）が、シュミットトリガインバータ 111 の入力スレッショルド電圧 V_{T+} に達すると、シュミットトリガインバータ 111 の出力信号が Low レベルに反転する。そして、シュミットトリガインバータ 111 の出力信号が Low レベルとなると、抵抗素子 112 を介してコンデンサ C に充電されていた電荷が放電される。この放電によりコンデンサ C の電圧がシュミットトリガインバータ 111 の入力スレッショルド電圧 V_{T-} に達すると、シュミットトリガインバータ 111 の出力信号が再び $High$ レベルに反転する。以降、この発振動作が繰り返される。

【0083】

ここで、上述のそれぞれの現象（気泡混入、乾燥、紙粉付着、および正常吐出

）におけるコンデンサ C の静電容量の時間変化を検出するためには、この発振回路 1 1 による発振周波数は、残留振動の周波数が最も高い気泡混入時（図 1 0 参照）の周波数を検出することができる発振周波数に設定される必要がある。そのため、発振回路 1 1 の発振周波数は、例えば、検出する残留振動の周波数の数倍から数十倍以上、すなわち、気泡混入時の周波数よりおよそ 1 桁以上高い周波数となるようにしなければならない。この場合、好ましくは、気泡混入時の残留振動の周波数が正常吐出の場合と比較して高い周波数を示すため、気泡混入時の残留振動周波数が検知可能な発振周波数に設定するとよい。そうしなければ、吐出異常の現象に対して正確な残留振動の周波数を検出することができない。そのため、本実施形態では、発振周波数に応じて、発振回路 1 1 の C R の時定数を設定している。このように、発振回路 1 1 の発振周波数を高く設定することにより、この発振周波数の微小変化に基づいて、より正確な残留振動波形を検出することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、発振回路 1 1 から出力される発振信号の発振周波数の周期（パルス）毎に、測定用のカウントパルス（カウンタ）を用いてそのパルスをカウントし、初期ギャップ g_0 におけるコンデンサ C の静電容量で発振させた場合の発振周波数のパルスのカウント量を測定したカウント量から減算することにより、残留振動波形について発振周波数毎のデジタル情報が得られる。これらのデジタル情報に基づいて、デジタル／アナログ（D／A）変換を行うことにより、概略的な残留振動波形が生成され得る。このような方法を用いてもよいが、測定用のカウントパルス（カウンタ）には、発振周波数の微小変化を測定することができる高い周波数（高解像度）のものが必要となる。このようなカウントパルス（カウンタ）は、コストをアップさせるため、吐出異常検出手段 1 0 では、図 1 9 に示す F／V 変換回路 1 2 を用いている。

【 0 0 8 5 】

図 1 9 は、図 1 6 に示す吐出異常検出手段 1 0 の F／V 変換回路 1 2 の回路図である。この図 1 9 に示すように、F／V 変換回路 1 2 は、3 つのスイッチ S W 1、S W 2、S W 3 と、2 つのコンデンサ C 1、C 2 と、抵抗素子 R 1 と、定電

流 I_s を出力する定電流源 13 と、バッファ 14 とから構成される。この F/V 変換回路 12 の動作を図 20 のタイミングチャートおよび図 21 のグラフを用いて説明する。

【0086】

まず、図 20 のタイミングチャートに示す充電信号、ホールド信号およびクリア信号の生成方法について説明する。充電信号は、発振回路 11 の発振パルスの立ち上がりエッジから固定時間 t_r を設定し、その固定時間 t_r の間 High レベルとなるようにして生成される。ホールド信号は、充電信号の立ち上がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけ High レベルに保持され、Low レベルに立ち下がるようにして生成される。クリア信号は、ホールド信号の立ち下がりエッジに同期して立ち上がり、所定の固定時間だけ High レベルに保持され、Low レベルに立ち下がるようにして生成される。なお、後述するように、コンデンサ C1 からコンデンサ C2 への電荷の移動およびコンデンサ C1 の放電は瞬時に行われるので、ホールド信号およびクリア信号のパルスは、発振回路 11 の出力信号の次の立ち上がりエッジまでにそれぞれ 1 つのパルスが含まればよく、上記のような立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジに限定されない。

【0087】

きれいな残留振動の波形（電圧波形）を得るために、図 21 を参照して、固定時間 t_r および t_1 の設定方法を説明する。固定時間 t_r は、静電アクチュエータ 120 が初期ギャップ長 g_0 のときにおける静電容量 C で発振した発振パルスの周期から調整され、充電時間 t_1 による充電電位が C1 の充電範囲のおよそ $1/2$ 付近となるように設定される。また、ギャップ長 g が最大 (Max) の位置における充電時間 t_2 から最小 (Min) の位置における充電時間 t_3 の間で、コンデンサ C1 の充電範囲を超えないように充電電位の傾きが設定される。すなわち、充電電位の傾きは、 $dV/dt = I_s/C1$ によって決定されるため、定電流源 13 の出力定電流 I_s を適当な値に設定すればよい。この定電流源 13 の出力定電流 I_s をその範囲内でできるだけ高く設定することによって、静電アクチュエータ 120 によって構成されるコンデンサの微小な静電容量の変化を高感度で検出することができ、静電アクチュエータ 120 の振動板 121 の微小な変

化を検出することが可能となる。

【0088】

次いで、図22を参照して、図16に示す波形整形回路15の構成を説明する。図22は、図16の波形整形回路15の回路構成を示す回路図である。この波形整形回路15は、残留振動波形を矩形波として判定手段20に出力するものである。この図22に示すように、波形整形回路15は、2つのコンデンサC3（DC成分除去手段）、C4と、2つの抵抗素子R2、R3と、2つの直流電圧源Vref1、Vref2と、増幅器（オペアンプ）151と、比較器（コンパレータ）152とから構成される。なお、残留振動波形の波形整形処理において、検出される波高値をそのまま出力して、残留振動波形の振幅を計測するように構成してもよい。

【0089】

F/V変換回路12のバッファ14の出力には、静電アクチュエータ120の初期ギャップ g_0 に基づくDC成分（直流成分）の静電容量成分が含まれている。この直流成分は各インクジェットヘッド100によりばらつきがあるため、コンデンサC3は、この静電容量の直流成分を除去するものである。そして、コンデンサC3は、バッファ14の出力信号におけるDC成分を除去し、残留振動のAC成分のみをオペアンプ151の反転入力端子に出力する。

【0090】

オペアンプ151は、直流成分が除去されたF/V変換回路12のバッファ14の出力信号を反転増幅するとともに、その出力信号の高域を除去するためのローパスフィルタを構成している。なお、このオペアンプ151は、単電源回路を想定している。オペアンプ151は、2つの抵抗素子R2、R3による反転増幅器を構成し、入力された残留振動（交流成分）は、 $-R3/R2$ 倍に振幅される。

【0091】

また、オペアンプ151の単電源動作のために、その非反転入力端子に接続された直流電圧源Vref1によって設定された電位を中心に振動する、増幅された振動板121の残留振動波形が出力される。ここで、直流電圧源Vref1は

、オペアンプ 1 5 1 が単電源で動作可能な電圧範囲の $1/2$ 程度に設定されている。さらに、このオペアンプ 1 5 1 は、2 つのコンデンサ C 3、C 4 により、カットオフ周波数 $1/(2\pi \times C 4 \times R 3)$ となるローパスフィルタを構成している。そして、直流成分を除去された後に増幅された振動板 1 2 1 の残留振動波形は、図 2 0 のタイミングチャートに示すように、次段の比較器（コンパレータ）1 5 2 でもう一つの直流電圧源 V r e f 2 の電位と比較され、その比較結果が矩形波として波形整形回路 1 5 から出力される。なお、直流電圧源 V r e f 2 は、もう一つの直流電圧源 V r e f 1 を共用してもよい。

【0 0 9 2】

次に、図 2 0 に示すタイミングチャートを参照して、図 1 9 の F/V 変換回路 1 2 および波形整形回路 1 5 の動作を説明する。上述のように生成された充電信号、クリア信号およびホールド信号に基づいて、図 1 9 に示す F/V 変換回路 1 2 は動作する。図 2 0 のタイミングチャートにおいて、静電アクチュエータ 1 2 0 の駆動信号がヘッドドライバ 3 3 を介してインクジェットヘッド 1 0 0 に入力されると、図 6（b）に示すように、静電アクチュエータ 1 2 0 の振動板 1 2 1 がセグメント電極 1 2 2 側に引きつけられ、この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、図 6 中上方に向けて急激に収縮する（図 6（c）参照）。

【0 0 9 3】

この駆動信号の立ち下がりエッジに同期して、駆動回路 1 8 と吐出異常検出手段 1 0 とを切り替える駆動／検出切替信号が H i g h レベルとなる。この駆動／検出切替信号は、対応するインクジェットヘッド 1 0 0 の駆動休止期間中、H i g h レベルに保持され、次の駆動信号が入力される前に、L o w レベルになる。この駆動／検出切替信号が H i g h レベルの間、図 1 8 の発振回路 1 1 は、静電アクチュエータ 1 2 0 の振動板 1 2 1 の残留振動に対応して発振周波数を変えながら発振している。

【0 0 9 4】

上述のように、駆動信号の立ち下がりエッジ、すなわち、発振回路 1 1 の出力信号の立ち上がりエッジから、残留振動の波形がコンデンサ C 1 に充電可能な範囲を超えないように予め設定された固定時間 t_r だけ経過するまで、充電信号は

、Highレベルに保持される。なお、充電信号がHighレベルである間、スイッチSW1はオフの状態である。

【0095】

固定時間 t_r 経過し、充電信号がLowレベルになると、その充電信号の立ち下がりエッジに同期して、スイッチSW1がオンされる（図19参照）。そして、定電流源13とコンデンサC1とが接続され、コンデンサC1は、上述のように、傾き I_s/C_1 で充電される。充電信号がLowレベルである期間、すなわち、発振回路11の出力信号の次のパルスの立ち上がりエッジに同期してHighレベルになるまでの間、コンデンサC1は充電される。

【0096】

充電信号がHighレベルになると、スイッチSW1はオフ（オープン）となり、定電流源13とコンデンサC1は切り離される。このとき、コンデンサC1には、充電信号がLowレベルの期間 t_1 の間に充電された電位（すなわち、理想的には $I_s \times t_1 / C_1$ （V））が保存されている。この状態で、ホールド信号がHighレベルになると、スイッチSW2がオンされ（図19参照）、コンデンサC1とコンデンサC2が、抵抗素子R1を介して接続される。スイッチSW2の接続後、2つのコンデンサC1、C2の充電電位差によって互いに充放電が行われ、2つのコンデンサC1、C2の電位差が概ね等しくなるように、コンデンサC1からコンデンサC2に電荷が移動する。

【0097】

ここで、コンデンサC1の静電容量に対してコンデンサC2の静電容量は、約 $1/10$ 以下程度に設定されている。そのため、2つのコンデンサC1、C2間の電位差によって生じる充放電で移動する（使用される）電荷量は、コンデンサC1に充電されている電荷の $1/10$ 以下となる。したがって、コンデンサC1からコンデンサC2へ電荷が移動した後においても、コンデンサC1の電位差は、それほど変化しない（それほど下がらない）。なお、図19のF/V変換回路12では、コンデンサC2に充電されるときF/V変換回路12の配線のインダクタンス等により充電電位が急激に跳ね上がらないようにするために、抵抗素子R1とコンデンサC2により一次のローパスフィルタを構成している。

【0 0 9 8】

コンデンサ C 2 にコンデンサ C 1 の充電電位と概ね等しい充電電位が保持された後、ホールド信号が L o w レベルとなり、コンデンサ C 1 はコンデンサ C 2 から切り離される。さらに、クリア信号が H i g h レベルとなり、スイッチ S W 3 がオンすることにより、コンデンサ C 1 がグラウンド G N D に接続され、コンデンサ C 1 に充電されていた電荷が 0 となるように放電動作が行なわれる。コンデンサ C 1 の放電後、クリア信号は L o w レベルとなり、スイッチ S W 3 がオフすることにより、コンデンサ C 1 の図 1 9 中上部の電極がグラウンド G N D から切り離され、次の充電信号が入力されるまで、すなわち、充電信号が L o w レベルになるまで待機している。

【0 0 9 9】

コンデンサ C 2 に保持されている電位は、充電信号の立ち上がりのタイミング毎、すなわち、コンデンサ C 2 への充電完了のタイミング毎に更新され、バッファ 1 4 を介して振動板 1 2 1 の残留振動波形として図 2 2 の波形整形回路 1 5 に出力される。したがって、発振回路 1 1 の発振周波数が高くなるように静電アクチュエータ 1 2 0 の静電容量（この場合、残留振動による静電容量の変動幅も考慮しなければならない）と抵抗素子 1 1 2 の抵抗値を設定すれば、図 2 0 のタイミングチャートに示すコンデンサ C 2 の電位（バッファ 1 4 の出力）の各ステップ（段差）がより詳細になるので、振動板 1 2 1 の残留振動による静電容量の時間的な変化をより詳細に検出することが可能となる。

【0 1 0 0】

以下同様に、充電信号が L o w レベル→H i g h レベル→L o w レベル・・・と繰り返し、上記所定のタイミングでコンデンサ C 2 に保持されている電位がバッファ 1 4 を介して波形整形回路 1 5 に出力される。波形整形回路 1 5 では、バッファ 1 4 から入力された電圧信号（図 2 0 のタイミングチャートにおいて、コンデンサ C 2 の電位）の直流成分がコンデンサ C 3 によって除去され、抵抗素子 R 2 を介してオペアンプ 1 5 1 の反転入力端子に入力される。入力された残留振動の交流（A C）成分は、このオペアンプ 1 5 1 によって反転増幅され、コンパレータ 1 5 2 の一方の入力端子に出力される。コンパレータ 1 5 2 は、予め直流

電圧源 V_{ref2} によって設定されている電位（基準電圧）と、残留振動波形（交流成分）の電位とを比較し、矩形波を出力する（図 20 のタイミングチャートにおける比較回路の出力）。

【0101】

次に、インクジェットヘッド 100 のインク滴吐出動作（駆動）と吐出異常検出動作（駆動休止）との切り替えタイミングについて説明する。図 23 は、駆動回路 18 と吐出異常検出手段 10 との切替手段 23 の概略を示すブロック図である。なお、この図 23 では、図 16 に示すヘッドドライバ 33 内の駆動回路 18 をインクジェットヘッド 100 の駆動回路として説明する。図 20 のタイミングチャートでも示したように、吐出異常検出処理は、インクジェットヘッド 100 の駆動信号と駆動信号の間、すなわち、駆動休止期間に実行されている。

【0102】

図 23 において、静電アクチュエータ 120 を駆動するために、切替手段 23 は、最初は駆動回路 18 側に接続されている。上述のように、駆動回路 18 から駆動信号（電圧信号）が振動板 121 に入力されると、静電アクチュエータ 120 が駆動し、振動板 121 は、セグメント電極 122 側に引きつけられ、印加電圧が 0 になるとセグメント電極 122 から離れる方向に急激に変位して振動（残留振動）を開始する。このとき、インクジェットヘッド 100 のノズル 110 からインク滴が吐出される。

【0103】

駆動信号のパルスが立ち下がると、その立ち下がりエッジに同期して駆動／検出切替信号（図 20 のタイミングチャート参照）が切替手段 23 に入力され、切替手段 23 は、駆動回路 18 から吐出異常検出手段（検出回路）10 側に切り替えられ、静電アクチュエータ 120（発振回路 11 のコンデンサとして利用）は吐出異常検出手段 10 と接続される。

【0104】

そして、吐出異常検出手段 10 は、上述のような吐出異常（ドット抜け）の検出処理を実行し、波形整形回路 15 の比較器 152 から出力される振動板 121 の残留振動波形データ（矩形波データ）を計測手段 17 によって残留振動波形の

周期や振幅などに数値化する。本実施形態では、計測手段 1 7 は、残留振動波形データから特定の振動周期を測定し、その計測結果（数値）を判定手段 2 0 に出力する。

【0 1 0 5】

具体的には、計測手段 1 7 は、比較器 1 5 2 の出力信号の波形（矩形波）の最初の立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジまでの時間（残留振動の周期）を計測するために、図示しないカウンタを用いて基準信号（所定の周波数）のパルスをカウントし、そのカウント値から残留振動の周期（特定の振動周期）を計測する。なお、計測手段 1 7 は、最初の立ち上がりエッジから次の立ち下がりエッジまでの時間を計測し、その計測された時間の 2 倍の時間を残留振動の周期として判定手段 2 0 に出力してもよい。以下、このようにして得られた残留振動の周期を T_w とする。

【0 1 0 6】

判定手段 2 0 は、計測手段 1 7 によって計測された残留振動波形の特定の振動周期など（計測結果）に基づいて、ノズルの吐出異常の有無、吐出異常の原因、比較偏差量などを判定し、その判定結果を制御部 6 に出力する。制御部 6 は、EEPROM（記憶手段）6 2 の所定の格納領域にこの判定結果を保存する。そして、駆動回路 1 8 からの次の駆動信号が入力されるタイミングで、駆動／検出切替信号が切替手段 2 3 に再び入力され、駆動回路 1 8 と静電アクチュエータ 1 2 0 とを接続する。駆動回路 1 8 は、一旦駆動電圧を印加するとグラウンド（GND）レベルを維持するので、切替手段 2 3 によって上記のような切り替えを行っている（図 2 0 のタイミングチャート参照）。これにより、駆動回路 1 8 からの外乱などに影響されることなく、静電アクチュエータ 1 2 0 の振動板 1 2 1 の残留振動波形を正確に検出することができる。

【0 1 0 7】

なお、本発明では、残留振動波形データは、比較器 1 5 2 により矩形波化したものに限定されない。例えば、オペアンプ 1 5 5 1 から出力された残留振動振幅データは、比較器 1 5 2 により比較処理を行うことなく、A/D変換を行う計測手段 1 7 によって随時数値化され、その数値化されたデータに基づいて、判定手

段 20 により吐出異常の有無などを判定し、この判定結果を記憶手段 62 に記憶するように構成してもよい。

【0108】

また、ノズル 110 のメニスカス（ノズル 110 内インクが大気と接する面）は、振動板 121 の残留振動に同期して振動するため、インクジェットヘッド 100 は、インク滴の吐出動作後、このメニスカスの残留振動が音響抵抗 r によって概ね決まった時間で減衰するのを待ってから（所定の時間待機して）、次の吐出動作を行っている。本発明では、この待機時間を有効に利用して振動板 121 の残留振動を検出しているので、インクジェットヘッド 100 の駆動に影響しない吐出異常検出を行うことができる。すなわち、インクジェットプリンタ 1（液滴吐出装置）のスループットを低下させることなく、インクジェットヘッド 100 のノズル 110 の吐出異常検出処理を実行することができる。

【0109】

上述のように、インクジェットヘッド 100 のキャビティ 141 内に気泡が混入した場合には、正常吐出時の振動板 121 の残留振動波形に比べて、周波数が高くなるので、その周期は逆に正常吐出時の残留振動の周期よりも短くなる。また、ノズル 110 付近のインクが乾燥により増粘、固着した場合には、残留振動が過減衰となり、正常吐出時の残留振動波形に比べて、周波数が相当低くなるので、その周期は正常吐出時の残留振動の周期よりもかなり長くなる。また、ノズル 110 の出口付近に紙粉が付着した場合には、残留振動の周波数は、正常吐出時の残留振動の周波数よりも低く、しかし、インクの乾燥時の残留振動の周波数よりも高くなるので、その周期は、正常吐出時の残留振動の周期よりも長く、インク乾燥時の残留振動の周期よりも短くなる。

【0110】

したがって、正常吐出時の残留振動の周期として、所定の範囲 T_r を設け、また、ノズル 110 出口に紙粉が付着した場合における残留振動の周期と、ノズル 110 の出口付近でインクが乾燥した場合における残留振動の周期とを区別するために、所定のしきい値（所定の閾値） T_1 を設定することにより、このようなインクジェットヘッド 100 の吐出異常の原因を決定することができる。判定手

段 2 0 は、上記吐出異常検出処理によって検出された残留振動波形の周期 T_w が所定の範囲の周期であるか否か、また、所定のしきい値よりも長いかなかを判定し、それによって、吐出異常の原因を判定する。

【0 1 1 1】

次に、本発明の液滴吐出装置の動作を、上述のインクジェットプリンタ 1 の構成に基づいて説明する。まず、1 つのインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 に対する吐出異常検出処理（駆動／検出切替処理を含む）について説明する。図 2 4 は、吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。印刷される印字データ（フラッシング動作における吐出データでもよい）がホストコンピュータ 8 からインターフェース（I F）9 を介して制御部 6 に入力されると、所定のタイミングでこの吐出異常検出処理が実行される。なお、説明の都合上、この図 2 4 に示すフローチャートでは、1 つのインクジェットヘッド 1 0 0、すなわち、1 つのノズル 1 1 0 の吐出動作に対応する吐出異常検出処理を示す。

【0 1 1 2】

まず、印字データ（吐出データ）に対応する駆動信号がヘッドドライバ 3 3 の駆動回路 1 8 から入力され、それにより、図 2 0 のタイミングチャートに示すような駆動信号のタイミングに基づいて、静電アクチュエータ 1 2 0 の両電極間に駆動信号（電圧信号）が印加される（ステップ S 1 0 1）。そして、制御部 6 は、駆動／検出切替信号に基づいて、吐出したインクジェットヘッド 1 0 0 が駆動休止期間であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 2）。ここで、駆動／検出切替信号は、駆動信号の立ち下がりエッジに同期して H i g h レベルとなり（図 2 0 参照）、制御部 6 から切替手段 2 3 に入力される。

【0 1 1 3】

駆動／検出切替信号が切替手段 2 3 に入力されると、切替手段 2 3 によって、静電アクチュエータ 1 2 0、すなわち、発振回路 1 1 を構成するコンデンサは、駆動回路 1 8 から切り離され、吐出異常検出手段 1 0（検出回路）側、すなわち、残留振動検出手段 1 6 の発振回路 1 1 に接続される（ステップ S 1 0 3）。そして、後述する残留振動検出処理を実行し（ステップ S 1 0 4）、計測手段 1 7 は、この残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから所定の数

値を計測する（ステップS105）。ここでは、上述のように、計測手段17は、残留振動波形データからその残留振動の周期を計測する。

【0114】

次いで、判定手段20によって、計測手段の計測結果に基づいて、後述する吐出異常判定処理が実行され（ステップS106）、その判定結果を制御部6のEEPROM（記憶手段）62の所定の格納領域に保存する。そして、ステップS108においてインクジェットヘッド100が駆動期間であるか否かが判断される。すなわち、駆動休止期間が終了して、次の駆動信号が入力されたか否かが判断され、次の駆動信号が入力されるまで、このステップS108で待機している。

【0115】

次の駆動信号のパルスが入力されるタイミングで、駆動信号の立ち上がりエッジに同期して駆動／検出切替信号がLowレベルになると（ステップS108で「yes」）、切替手段23は、静電アクチュエータ120との接続を、吐出異常検出手段（検出回路）10から駆動回路18に切り替えて（ステップS109）、この吐出異常検出処理を終了する。

【0116】

なお、図24に示すフローチャートでは、計測手段17が残留振動検出処理（残留振動検出手段16）によって検出された残留振動波形から周期を計測する場合について示したが、本発明はこのような場合に限定されず、例えば、計測手段17は、残留振動検出処理において検出された残留振動波形データから、残留振動波形の位相差や振幅などの計測を行ってもよい。

【0117】

次に、図24に示すフローチャートのステップS104における残留振動検出処理（サブルーチン）について説明する。図25は、残留振動検出処理を示すフローチャートである。上述のように、切替手段23によって、静電アクチュエータ120と発振回路11とを接続すると（図24のステップS103）、発振回路11は、CR発振回路を構成し、静電アクチュエータ120の静電容量の変化（静電アクチュエータ120の振動板121の残留振動）に基づいて、発振する

(ステップ S 201)。

【0118】

上述のタイミングチャートなどに示すように、発振回路 11 の出力信号（パルス信号）に基づいて、F/V 変換回路 12 において、充電信号、ホールド信号およびクリア信号が生成され、これらの信号に基づいて F/V 変換回路 12 によって発振回路 11 の出力信号の周波数から電圧に変換する F/V 変換処理が行われ（ステップ S 202）、F/V 変換回路 12 から振動板 121 の残留振動波形データが出力される。F/V 変換回路 12 から出力された残留振動波形データは、波形整形回路 15 のコンデンサ C3 により、DC 成分（直流成分）が除去され（ステップ S 203）、オペアンプ 151 により、DC 成分が除去された残留振動波形（AC 成分）が増幅される（ステップ S 204）。

【0119】

増幅後の残留振動波形データは、所定の処理により波形整形され、パルス化される（ステップ S 205）。すなわち、本実施形態では、比較器 152 において、直流電圧源 V_{ref2} によって設定された電圧値（所定の電圧値）とオペアンプ 151 の出力電圧とが比較される。比較器 152 は、この比較結果に基づいて、2 値化された波形（矩形波）を出力する。この比較器 152 の出力信号は、残留振動検出手段 16 の出力信号であり、吐出異常判定処理を行うために、計測手段 17 に出力され、この残留振動検出処理が終了する。

【0120】

次に、図 24 に示すフローチャートのステップ S 106 における吐出異常判定処理（サブルーチン）について説明する。図 26 は、制御部 6 および判定手段 20 によって実行される吐出異常判定処理を示すフローチャートである。判定手段 20 は、上述の計測手段 17 によって計測された周期などの計測データ（計測結果）に基づいて、該当するインクジェットヘッド 100 からインク滴が正常に吐出したか否か、正常に吐出していない場合、すなわち、吐出異常の場合にはその原因が何かを判定する。

【0121】

まず、制御部 6 は、EEPROM 62 に保存されている残留振動の周期の所定

の範囲 T_r および残留振動の周期の所定のしきい値 T_1 を判定手段 20 に出力する。残留振動の周期の所定の範囲 T_r は、正常吐出時の残留振動周期に対して、正常と判定できる許容範囲を持たせたものである。これらのデータは、判定手段 20 の図示しないメモリに格納され、以下の処理が実行される。

【0122】

図 24 のステップ S105 において計測手段 17 によって計測された計測結果が判定手段 20 に入力される（ステップ S301）。ここで、本実施形態では、計測結果は、振動板 121 の残留振動の周期 T_w である。

ステップ S202 において、判定手段 20 は、残留振動の周期 T_w が存在するか否か、すなわち、吐出異常検出手段 10 によって残留振動波形データが得られなかったか否かを判定する。残留振動の周期 T_w が存在しないと判定された場合には、判定手段 20 は、そのインクジェットヘッド 100 のノズル 110 は吐出異常検出処理においてインク滴を吐出していない未吐出ノズルであると判定する（ステップ S306）。また、残留振動波形データが存在すると判定された場合には、続いて、ステップ S303 において、判定手段 20 は、その周期 T_w が正常吐出時の周期と認められる所定の範囲 T_r 内にあるか否かを判定する。

【0123】

残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r 内にあると判定された場合には、対応するインクジェットヘッド 100 からインク滴が正常に吐出されたことを意味し、判定手段 20 は、そのインクジェットヘッド 100 のノズル 110 は正常にインク滴と吐出した（正常吐出）と判定する（ステップ S307）。また、残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r 内にないと判定された場合には、続いて、ステップ S304 において、判定手段 20 は、残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r よりも短いかなかを判定する。

【0124】

残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r よりも短いと判定された場合には、残留振動の周波数が高いことを意味し、上述のように、インクジェットヘッド 100 のキャビティ 141 内に気泡が混入しているものと考えられ、判定手段 20 は、そのインクジェットヘッド 100 のキャビティ 141 に気泡が混入しているもの

(気泡混入)と判定する(ステップS308)。

【0125】

また、残留振動の周期 T_w が所定の範囲 T_r よりも長いと判定された場合には、続いて、判定手段20は、残留振動の周期 T_w が所定のしきい値 T_1 よりも長いかなかを判定する(ステップS305)。残留振動の周期 T_w が所定のしきい値 T_1 よりも長いと判定された場合には、残留振動が過減衰であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110付近のインクが乾燥により増粘しているもの(乾燥)と判定する(ステップS309)。

【0126】

そして、ステップS305において、残留振動の周期 T_w が所定のしきい値 T_1 よりも短いと判定された場合には、この残留振動の周期 T_w は、 $T_r < T_w < T_1$ を満たす範囲の値であり、上述のように、乾燥よりも周波数が高いノズル110の出口付近への紙粉付着であると考えられ、判定手段20は、そのインクジェットヘッド100のノズル110出口付近に紙粉が付着しているもの(紙粉付着)と判定する(ステップS310)。

このように、判定手段20によって、対象となるインクジェットヘッド100の正常吐出あるいは吐出異常の原因などが判定されると(ステップS306～S310)、その判定結果は、制御部6に出力され、この吐出異常判定処理を終了する。

【0127】

次に、複数のインクジェットヘッド100(液滴吐出ヘッド)100、すなわち、複数のノズル110を備えるインクジェットプリンタ1を想定し、そのインクジェットプリンタ1における吐出選択手段(ノズルセクタ)182と、各インクジェットヘッド100の吐出異常検出・判定のタイミングについて説明する。

なお、以下では、説明を分かりやすくするため、印字手段3が備える複数のヘッドユニット35のうちの1つのヘッドユニット35について説明し、また、このヘッドユニット35は、5つのインクジェットヘッド100a～100eを備える(すなわち、5つのノズル110を備える)ものとするが、本発明では、印

字手段 3 が備えるヘッドユニット 35 の数量や、各ヘッドユニット 35 が備えるインクジェットヘッド 100 (ノズル 110) の数量は、それぞれ、いくつであってもよい。

【0128】

図 27～図 30 は、吐出選択手段 182 を備えるインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定タイミングのいくつかの例を示すブロック図である。以下、各図の構成例を順次説明する。

図 27 は、複数 (5 つ) のインクジェットヘッド 100 a～100 e の吐出異常検出のタイミングの一例 (吐出異常検出手段 10 が 1 つの場合) である。この図 27 に示すように、複数のインクジェットヘッド 100 a～100 e を有するインクジェットプリンタ 1 は、駆動波形を生成する駆動波形生成手段 181 と、いずれのノズル 110 からインク滴を吐出するかを選択することができる吐出選択手段 182 と、この吐出選択手段 182 によって選択され、駆動波形生成手段 181 によって駆動される複数のインクジェットヘッド 100 a～100 e とを備えている。なお、図 27 の構成では、上記以外の構成は図 2、図 16 および図 23 に示したものと同様であるため、その説明を省略する。

【0129】

なお、本実施形態では、駆動波形生成手段 181 および吐出選択手段 182 は、ヘッドドライバ 33 の駆動回路 18 に含まれるものとして説明するが (図 27 では、切替手段 23 を介して 2 つのブロックとして示しているが、一般的には、いずれもヘッドドライバ 33 内に構成される)、本発明はこの構成に限定されず、例えば、駆動波形生成手段 181 は、ヘッドドライバ 33 とは独立した構成としてもよい。

【0130】

この図 27 に示すように、吐出選択手段 182 は、シフトレジスタ 182 a と、ラッチ回路 182 b と、ドライバ 182 c とを備えている。シフトレジスタ 182 a には、図 2 に示すホストコンピュータ 8 から出力され、制御部 6 において所定の処理をされた印字データ (吐出データ) と、クロック信号 (CLK) が順次入力される。この印字データは、クロック信号 (CLK) の入力パルスに応じ

て（クロック信号の入力の度に）シフトレジスタ 1 8 2 a の初段から順次後段側にシフトして入力され、各インクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e に対応する印字データとしてラッチ回路 1 8 2 b に出力される。なお、後述する吐出異常検出処理では、印字データではなくフラッシング（予備吐出）時の吐出データが入力されるが、この吐出データとは、すべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e に対する印字データを意味している。なお、フラッシング時は、ラッチ回路 1 8 2 b のすべての出力が吐出となる値に設定されるようにハード的に処理をしてもよい。

【0 1 3 1】

ラッチ回路 1 8 2 b は、ヘッドユニット 3 5 のノズル 1 1 0 の数、すなわち、インクジェットヘッド 1 0 0 の数に対応する印字データがシフトレジスタ 1 8 2 a に格納された後、入力されるラッチ信号によってシフトレジスタ 1 8 2 a の各出力信号をラッチする。ここで、C L E A R 信号が入力された場合には、ラッチ状態が解除され、ラッチされていたシフトレジスタ 1 8 2 a の出力信号は 0（ラッチの出力停止）となり、印字動作は停止される。C L E A R 信号が入力されていない場合には、ラッチされたシフトレジスタ 1 8 2 a の印字データがドライバ 1 8 2 c に出力される。シフトレジスタ 1 8 2 a から出力される印字データがラッチ回路 1 8 2 b によってラッチされた後、次の印字データをシフトレジスタ 1 8 2 a に入力し、印字タイミングに合わせてラッチ回路 1 8 2 b のラッチ信号を順次更新している。

【0 1 3 2】

ドライバ 1 8 2 c は、駆動波形生成手段 1 8 1 と各インクジェットヘッド 1 0 0 の静電アクチュエータ 1 2 0 とを接続するものであり、ラッチ回路 1 8 2 b から出力されるラッチ信号で指定（特定）された各静電アクチュエータ 1 2 0（インクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e のいずれかあるいはすべての静電アクチュエータ 1 2 0）に駆動波形生成手段 1 8 1 の出力信号（駆動信号）を入力し、それによって、その駆動信号（電圧信号）が静電アクチュエータ 1 2 0 の両電極間に印加される。

【0 1 3 3】

この図 27 に示すインクジェットプリンタ 1 は、複数のインクジェットヘッド 100a～100e を駆動する 1 つの駆動波形生成手段 181 と、各インクジェットヘッド 100a～100e のいずれかのインクジェットヘッド 100 に対して吐出異常（インク滴不吐出）を検出する吐出異常検出手段 10 と、この吐出異常検出手段 10 によって得られた吐出異常の原因などの判定結果を保存（格納）する記憶手段 62 と、駆動波形生成手段 181 と吐出異常検出手段 10 とを切り替える 1 つの切替手段 23 とを備えている。したがって、このインクジェットプリンタ 1 は、駆動波形生成手段 181 から入力される駆動信号に基づいて、ドライバ 182c によって選択されたインクジェットヘッド 100a～100e のうちの 1 つまたは複数を駆動し、駆動／検出切替信号が吐出駆動動作後に切替手段 23 に入力されることによって、切替手段 23 が駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 にインクジェットヘッド 100 の静電アクチュエータ 120 との接続を切り替えた後、振動板 121 の残留振動波形に基づいて、吐出異常検出手段 10 によって、そのインクジェットヘッド 100 のノズル 110 における吐出異常（インク滴不吐出）を検出し、吐出異常の場合にはその原因を判定するものである。

【0134】

そして、このインクジェットプリンタ 1 は、1 つのインクジェットヘッド 100 のノズル 110 について吐出異常を検出・判定すると、次に駆動波形生成手段 181 から入力される駆動信号に基づいて、次に指定されたインクジェットヘッド 100 のノズル 110 について吐出異常を検出・判定し、以下同様に、駆動波形生成手段 181 の出力信号によって駆動されるインクジェットヘッド 100 のノズル 110 についての吐出異常を順次検出・判定する。そして、上述のように、残留振動検出手段 16 が振動板 121 の残留振動波形を検出すると、計測手段 17 がその波形データに基づいて残留振動波形の周期などを計測し、判定手段 20 が、計測手段 17 の計測結果に基づいて、正常吐出か吐出異常か、および、吐出異常（ヘッド異常）の場合には吐出異常の原因を判定して、記憶手段 62 にその判定結果を出力する。

【0135】

このように、この図27に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a~100eの各ノズル110についてインク滴吐出駆動動作の際に順次吐出異常を検出・判定する構成としているので、吐出異常検出手段10と切替手段23とを1つずつ備えるだけでよく、吐出異常を検出・判定可能なインクジェットプリンタ1の回路構成をスケールダウンできるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

【0136】

図28は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じ場合）である。この図28に示すインクジェットプリンタ1は、1つの吐出選択手段182と、5つの吐出異常検出手段10a~10eと、5つの切替手段23a~23eと、5つのインクジェットヘッド100a~100eに共通の1つの駆動波形生成手段181と、1つの記憶手段62とを備えている。なお、各構成要素は、図27の説明において既に上述しているので、その説明を省略し、これらの接続について説明する。

【0137】

図27に示す場合と同様に、吐出選択手段182は、ホストコンピュータ8から入力される印字データ（吐出データ）とクロック信号CLKに基づいて、各インクジェットヘッド100a~100eに対応する印字データをラッチ回路182bにラッチし、駆動波形生成手段181からドライバ182cに入力される駆動信号（電圧信号）に応じて、印字データに対応するインクジェットヘッド100a~100eの静電アクチュエータ120を駆動させる。駆動／検出切替信号は、すべてのインクジェットヘッド100a~100eに対応する切替手段23a~23eにそれぞれ入力され、切替手段23a~23eは、対応する印字データ（吐出データ）の有無にかかわらず、駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120に駆動信号を入力後、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10a~10eにインクジェットヘッド100との接続を切り替える。

【0138】

すべての吐出異常検出手段10a~10eにより、それぞれのインクジェットヘッド100a~100eの吐出異常を検出・判定した後、その検出処理で得られたすべてのインクジェットヘッド100a~100eの判定結果が、記憶手段62に出力され、記憶手段62は、各インクジェットヘッド100a~100eの吐出異常の有無および吐出異常の原因を所定の保存領域に格納する。

【0139】

このように、この図28に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a~100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10a~10eを設け、それらに対応する複数の切替手段23a~23eによって切替動作を行って、吐出異常検出およびその原因判定を行っているの、一度にすべてのノズル110について短時間に吐出異常検出およびその原因判定を行うことができる。

【0140】

図29は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。この図29に示すインクジェットプリンタ1は、図28に示すインクジェットプリンタ1の構成に、切替制御手段19を追加（付加）したものである。本実施形態では、この切替制御手段19は、複数のAND回路（論理積回路）ANDa~ANDeから構成され、各インクジェットヘッド100a~100eに入力される印字データと、駆動／検出切替信号とが入力されると、対応する切替手段23a~23eにHighレベルの出力信号を出力するものである。なお、切替制御手段19はAND回路（論理積回路）に限定されず、駆動するインクジェットヘッド100が選択されるラッチ回路182bの出力に一致した切替手段23が選択されるように構成されればよい。

【0141】

各切替手段23a~23eは、切替制御手段19のそれぞれ対応するAND回路ANDa~ANDeの出力信号に基づいて、駆動波形生成手段181からそれぞれ対応する吐出異常検出手段10a~10eへ、対応するインクジェットヘッ

ド100a～100eの静電アクチュエータ120との接続を切り替える。具体的には、対応するAND回路ANDa～ANDeの出力信号がHighレベルであるとき、すなわち、駆動／検出切替信号がHighレベルの状態に対応するインクジェットヘッド100a～100eに入力される印字データがラッチ回路182bからドライバ182cに出力されている場合には、そのAND回路に対応する切替手段23a～23eは、対応するインクジェットヘッド100a～100eへの接続を、駆動波形生成手段181から吐出異常検出手段10a～10eに切り替える。

【0142】

印字データが入力されたインクジェットヘッド100に対応する吐出異常検出手段10a～10eにより、各インクジェットヘッド100の吐出異常の有無および吐出異常の場合にはその原因を検出した後、その吐出異常検出手段10は、その検出処理で得られた判定結果を記憶手段62に出力する。記憶手段62は、このように入力された（得られた）1または複数の判定結果を所定の保存領域に格納する。

【0143】

このように、この図29に示すインクジェットプリンタ1では、複数のインクジェットヘッド100a～100eの各ノズル110に対応して複数の吐出異常検出手段10a～10eを設け、それぞれのインクジェットヘッド100a～100eに対応する印字データがホストコンピュータ8から制御部6を介して吐出選択手段182に入力されたときに、切替制御手段19によって指定された切替手段23a～23eのみが所定の切替動作を行って、インクジェットヘッド100の吐出異常検出およびその原因判定を行っているので、吐出駆動動作をしていないインクジェットヘッド100についてはこの検出・判定処理を行わない。したがって、このインクジェットプリンタ1によって、無駄な検出および判定処理を回避することができる。

【0144】

図30は、複数のインクジェットヘッド100の吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段10の数がインクジェットヘッド100の数と同じであ

り、各インクジェットヘッド100を巡回して吐出異常検出を行う場合)である。この図30に示すインクジェットプリンタ1は、図29に示すインクジェットプリンタ1の構成において吐出異常検出手段10を1つとし、駆動/検出切替信号を走査する(検出・判定処理を実行するインクジェットヘッド100を1つずつ特定する)切替選択手段19aを追加したものである。

【0145】

この切替選択手段19aは、図29に示す切替制御手段19に接続されるものであり、制御部6から入力される走査信号(選択信号)に基づいて、複数のインクジェットヘッド100a~100eに対応するAND回路ANDa~ANDeへの駆動/検出切替信号の入力を走査する(選択して切り替える)セクタである。この切替選択手段19aの走査(選択)順は、シフトレジスタ182aに入力される印字データの順、すなわち、複数のインクジェットヘッド100の吐出順であってもよいが、単純に複数のインクジェットヘッド100a~100eの順であってもよい。

【0146】

走査順がシフトレジスタ182aに入力される印字データの順である場合、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに印字データが入力されると、その印字データはラッチ回路182bにラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ182cに出力される。印字データのシフトレジスタ182aへの入力、あるいはラッチ信号のラッチ回路182bへの入力に同期して、印字データに対応するインクジェットヘッド100を特定するための走査信号が切替選択手段19aに入力され、対応するAND回路に駆動/検出切替信号が出力される。なお、切替選択手段19aの出力端子は、非選択時にはLowレベルを出力する。

【0147】

その対応するAND回路(切替制御手段19)は、ラッチ回路182bから入力された印字データと、切替選択手段19aから入力された駆動/検出切替信号とを論理積演算することにより、Highレベルの出力信号に対応する切替手段23に出力する。そして、切替制御手段19からHighレベルの出力信号が入力された切替手段23は、対応するインクジェットヘッド100の静電アクチュ

エータ 120 への接続を、駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 に切り替える。

吐出異常検出手段 10 は、印字データが入力されたインクジェットヘッド 100 の吐出異常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段 62 に出力する。そして、記憶手段 62 は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

【0148】

また、走査順が単純なインクジェットヘッド 100a～100e の順である場合、吐出選択手段 182 のシフトレジスタ 182a に印字データが入力されると、その印字データはラッチ回路 182b にラッチされ、ラッチ信号の入力によりドライバ 182c に出力される。印字データのシフトレジスタ 182a への入力、あるいはラッチ信号のラッチ回路 182b への入力に同期して、印字データに対応するインクジェットヘッド 100 を特定するための走査（選択）信号が切替選択手段 19a に入力され、切替制御手段 19 の対応する AND 回路に駆動／検出切替信号が出力される。

【0149】

ここで、切替選択手段 19a に入力された走査信号により定められたインクジェットヘッド 100 に対する印字データがシフトレジスタ 182a に入力されたときには、それに対応する AND 回路（切替制御手段 19）の出力信号が High レベルとなり、切替手段 23 は、対応するインクジェットヘッド 100 への接続を、駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 に切り替える。しかしながら、上記印字データがシフトレジスタ 182a に入力されないときには、AND 回路の出力信号は Low レベルであり、対応する切替手段 23 は、所定の切替動作を実行しない。したがって、切替選択手段 19a の選択結果と切替制御手段 19 によって指定された結果との論理積に基づいて、インクジェットヘッド 100 の吐出異常検出処理が行われる。

【0150】

切替手段 23 によって切替動作が行われた場合には、上記と同様に、吐出異常検出手段 10 は、印字データが入力されたインクジェットヘッド 100 の吐出異

常を検出し、吐出異常がある場合にはその原因を判定した後、その判定結果を記憶手段 6 2 に出力する。そして、記憶手段 6 2 は、このように入力された（得られた）判定結果を所定の保存領域に格納する。

【0 1 5 1】

なお、切替選択手段 1 9 a で特定されたインクジェットヘッド 1 0 0 に対する印字データがないときには、上述のように、対応する切替手段 2 3 が切替動作を実行しないので、吐出異常検出手段 1 0 による吐出異常検出処理を実行する必要はないが、そのような処理が実行されてもよい。切替動作が行われずに吐出異常検出処理が実行された場合、吐出異常検出手段 1 0 の判定手段 2 0 は、図 2 6 のフローチャートに示すように、対応するインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 を未吐出ノズルであると判定し（ステップ S 3 0 6）、その判定結果を記憶手段 6 2 の所定の保存領域に格納する。

このように、この図 3 0 に示すインクジェットプリンタ 1 では、図 2 8 または図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 とは異なり、複数のインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e の各ノズル 1 1 0 に対して 1 つの吐出異常検出手段 1 0 のみを設け、それぞれのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e に対応する印字データがホストコンピュータ 8 から制御部 6 を介して吐出選択手段 1 8 2 に入力され、それと同時に走査（選択）信号により特定されて、その印字データに応じて吐出駆動動作をするインクジェットヘッド 1 0 0 に対応する切替手段 2 3 のみが切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド 1 0 0 の吐出異常検出およびその原因判定を行っているので、一度に大量の検出結果を処理することがなく制御部 6 の CPU 6 1 への負担を軽減することができる。また、吐出異常検出手段 1 0 が吐出動作とは別にノズルの状態を巡回しているため、駆動印字中でも 1 ノズル毎に吐出の異常を把握することができ、ヘッドユニット 3 5 全体のノズル 1 1 0 状態を知ることができる。これにより、例えば、定期的に吐出異常の検出を行っているために、印刷停止中に 1 ノズル毎に吐出の異常を検出する工程を少なくすることができる。以上から、効率的にインクジェットヘッド 1 0 0 の吐出異常検出およびその原因判定を行うことができる。

【0 1 5 2】

また、図 28 または図 29 に示すインクジェットプリンタ 1 とは異なり、図 30 に示すインクジェットプリンタ 1 は、吐出異常検出手段 10 を 1 つのみ備えていればよいので、図 28 および図 29 に示すインクジェットプリンタ 1 に比べ、インクジェットプリンタ 1 の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、その製造コストの増加を防止することができる。

【0153】

次に、図 27～図 30 に示すプリンタ 1 の動作、すなわち、複数のインクジェットヘッド 100 を備えるインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出処理（主に、検出タイミング）について説明する。吐出異常検出・判定処理（多ノズルにおける処理）は、各インクジェットヘッド 100 の静電アクチュエータ 120 がインク滴吐出動作を行ったときの振動板 121 の残留振動を検出し、その残留振動の周期に基づいて、該当するインクジェットヘッド 100 に対し吐出異常（ドット抜け、インク滴不吐出）が生じているか否か、ドット抜け（インク滴不吐出）が生じた場合には、その原因が何であるかを判定している。このように、本発明では、インクジェットヘッド 100 によるインク滴（液滴）の吐出動作が行われれば、これらの検出・判定処理を実行できるが、インクジェットヘッド 100 がインク滴を吐出するのは、実際に記録用紙 P に印刷（プリント）している場合だけでなく、フラッシング動作（予備吐出あるいは予備的吐出）をしている場合もある。以下、この 2 つの場合について、吐出異常検出・判定処理（多ノズル）を説明する。

【0154】

ここで、フラッシング（予備吐出）処理とは、図 1 では図示していないキャップの装着時や、記録用紙 P（メディア）にインク滴（液滴）がかからない場所において、ヘッドユニット 35 のすべてのあるいは対象となるノズル 110 からインク滴を吐出するヘッドクリーニング動作である。このフラッシング処理（フラッシング動作）は、例えば、ノズル 110 内のインク粘度を適正範囲の値に保持するために、定期的にキャビティ 141 内のインクを排出する際に実施したり、あるいは、インク増粘時の回復動作としても実施したりされる。さらに、フラッシング処理は、インクカートリッジ 31 を印字手段 3 に装着した後に、インクを

各キャビティ 141 に初期充填する場合にも実施される。

【0155】

また、ノズルプレート（ノズル面）150 をクリーニングするためにワイピング処理（印字手段3のヘッド面に付着している付着物（紙粉やごみなど）を、図1では図示していないワイパで拭き取る処置）を行う場合があるが、このときノズル110内が負圧になって、他の色のインク（他の種類の液滴）を引込んでしまう可能性がある。そのため、ワイピング処理後に、ヘッドユニット35のすべてのノズル110から一定量のインク滴を吐出させるためにもフラッシング処理が実施される。さらに、フラッシング処理は、ノズル110のメニスカスの状態を正常に保持して良好な印字を確保するためにも適時に実施され得る。

【0156】

まず、図31～図33に示すフローチャートを参照して、フラッシング処理時における吐出異常検出・判定処理について説明する。なお、これらのフローチャートは、図27～図30のブロック図を参照しながら説明する（以下、印字動作時においても同様）。図31は、図27に示すインクジェットプリンタ1のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【0157】

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ1のフラッシング処理が実行されるとき、この図31に示す吐出異常検出・判定処理が実行される。制御部6は、吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに1ノズル分の吐出データを入力し（ステップS401）、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて（ステップS402）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段23は、その吐出データの対象であるインクジェットヘッド100の静電アクチュエータ120と駆動波形生成手段181とを接続する（ステップS403）。

【0158】

そして、吐出異常検出手段10によって、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド100に対して、図24のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップS404）。ステップS405において、制御部6

は、吐出選択手段 1 8 2 に出力した吐出データに基づいて、図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 のすべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e のノズル 1 1 0 について吐出異常検出・判定処理が終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル 1 1 0 についてこれらの処理が終わっていないと判断されるときには、制御部 6 は、シフトレジスタ 1 8 2 a に次のインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 に対応する吐出データを入力し（ステップ S 4 0 6）、ステップ S 4 0 2 に移行して同様の処理を繰り返す。

【0 1 5 9】

また、ステップ S 4 0 5 において、すべてのノズル 1 1 0 について上述の吐出異常検出および判定処理が終わったと判断される場合には、制御部 6 は、ラッチ回路 1 8 2 b に C L E A R 信号を入力し、ラッチ回路 1 8 2 b のラッチ状態を解除して、図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0 1 6 0】

上述のように、この図 2 7 に示すプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理では、1 つの吐出異常検出手段 1 0 と 1 つの切替手段 2 3 とから検出回路が構成されているので、吐出異常検出処理および判定処理は、インクジェットヘッド 1 0 0 の数だけ繰り返されるが、吐出異常検出手段 1 0 を構成する回路はそれほど大きくならないという効果を有する。

【0 1 6 1】

次いで、図 3 2 は、図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。図 2 8 に示すインクジェットプリンタ 1 と図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 とは回路構成が若干異なるが、吐出異常検出手段 1 0 および切替手段 2 3 の数が、インクジェットヘッド 1 0 0 の数に対応する（同じである）点で一致している。そのため、フラッシング動作時における吐出異常検出・判定処理は、同様のステップから構成される。

【0 1 6 2】

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ 1 のフラッシング処理が

実行されるとき、制御部 6 は、吐出選択手段 182 のシフトレジスタ 182 a に全ノズル分の吐出データを入力し（ステップ S501）、ラッチ回路 182 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S502）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段 23 a～23 e は、すべてのインクジェットヘッド 100 a～100 e と駆動波形生成手段 181 とをそれぞれ接続する（ステップ S503）。

【0163】

そして、それぞれのインクジェットヘッド 100 a～100 e に対応する吐出異常検出手段 10 a～10 e によって、インク吐出動作を行ったすべてのインクジェットヘッド 100 に対して、図 24 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が並列的に実行される（ステップ S504）。この場合、すべてのインクジェットヘッド 100 a～100 e に対応する判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド 100 と関連付けられて、記憶手段 62 の所定の格納領域に保存される（図 24 のステップ S107）。

【0164】

そして、吐出選択手段 182 のラッチ回路 182 b にラッチされている吐出データをクリアするために、制御部 6 は、CLEAR 信号をラッチ回路 182 b に入力して（ステップ S505）、ラッチ回路 182 b のラッチ状態を解除して、図 28 および図 29 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出処理および判定処理を終了する。

【0165】

上述のように、この図 28 および図 29 に示すプリンタ 1 における処理では、インクジェットヘッド 100 a～100 e に対応する複数（この実施形態では 5 つ）の吐出異常検出手段 10 と複数の切替手段 23 とから検出および判定回路が構成されているので、吐出異常検出・判定処理は、一度にすべてのノズル 110 について短時間に実行され得るという効果を有する。

【0166】

次いで、図 33 は、図 30 に示すインクジェットプリンタ 1 のフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。以下同様

に、図 30 に示すインクジェットプリンタ 1 の回路構成を用いて、フラッシング動作時における吐出異常検出処理および原因判定処理について説明する。

所定のタイミングにおいて、インクジェットプリンタ 1 のフラッシング処理が実行されるとき、まず、制御部 6 は、走査信号を切替選択手段（セレクタ）19 a に出力し、この切替選択手段 19 a および切替制御手段 19 により、最初の切替手段 23 a およびインクジェットヘッド 100 a を設定（特定）する（ステップ S 601）。そして、吐出選択手段 182 のシフトレジスタ 182 a に全ノズル分の吐出データを入力し（ステップ S 602）、ラッチ回路 182 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S 603）、この吐出データがラッチされる。そのとき、切替手段 23 a は、インクジェットヘッド 100 a の静電アクチュエータ 120 と駆動波形生成手段 181 とを接続している（ステップ S 604）。

【0167】

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド 100 a に対して、図 24 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理が実行される（ステップ S 605）。この場合、図 24 のステップ S 103 において、切替選択手段 19 a の出力信号である駆動／検出切替信号と、ラッチ回路 182 b から出力された吐出データとが AND 回路 AND a に入力され、AND 回路 AND a の出力信号が High レベルとなることにより、切替手段 23 a は、インクジェットヘッド 100 a の静電アクチュエータ 120 と吐出異常検出手段 10 とを接続する。そして、図 24 のステップ S 106 において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド 100（ここでは、100 a）と関連付けられて、記憶手段 62 の所定の格納領域に保存される（図 24 のステップ S 107）。

【0168】

ステップ S 606 において、制御部 6 は、吐出異常検出・判定処理がすべてのノズルに対して終了したか否かを判断する。そして、まだすべてのノズル 110 について吐出異常検出・判定処理が終了していないと判断された場合には、制御部 6 は、走査信号を切替選択手段（セレクタ）19 a に出力し、この切替選択手段 19 a および切替制御手段 19 により、次の切替手段 23 b およびインクジェ

ットヘッド100bを設定(特定)し(ステップS607)、ステップS603に移行して、同様の処理を繰り返す。以下、すべてのインクジェットヘッド100について吐出異常検出・判定処理が終了するまでこのループを繰り返す。

【0169】

また、ステップS606において、すべてのノズル110について吐出異常検出処理および判定処理が終了したと判断される場合には、吐出選択手段182のラッチ回路182bにラッチされている吐出データをクリアするために、制御部6は、CLEAR信号をラッチ回路182bに入力して(ステップS609)、ラッチ回路182bのラッチ状態を解除して、図30に示すインクジェットプリンタ1における吐出異常検出処理および判定処理を終了する。

【0170】

上述のように、図30に示すインクジェットプリンタ1における処理では、複数の切替手段23と1つの吐出異常検出手段10から検出回路が構成され、切替選択手段(セレクタ)19aの走査信号により特定され、吐出データに応じて吐出駆動をするインクジェットヘッド100に対応する切替手段23のみが切替動作を行って、対応するインクジェットヘッド100の吐出異常検出および原因判定を行っているので、より効率的にインクジェットヘッド100の吐出異常検出および原因判定を行うことができる。

【0171】

なお、このフローチャートのステップS602では、シフトレジスタ182bにすべてのノズル110に対応する吐出データを入力しているが、図31に示すフローチャートのように、切替選択手段19aによるインクジェットヘッド100の走査順に合わせて、シフトレジスタ182aに入力する吐出データを対応する1つのインクジェットヘッド100に入力し、1ノズル110ずつ吐出異常検出・判定処理を行ってもよい。

【0172】

次に、図34および図35に示すフローチャートを参照して、印字動作時におけるインクジェットプリンタ1の吐出異常検出・判定処理について説明する。図27に示すインクジェットプリンタ1においては、主に、フラッシング動作時に

における吐出異常検出処理および判定処理に適しているので、印字動作時のフローチャートおよびその動作説明を省略するが、この図 2 7 に示すインクジェットプリンタ 1 においても印字動作時に吐出異常検出・判定処理が行われてもよい。

【0 1 7 3】

図 3 4 は、図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ 8 からの印刷（印字）指示により、このフローチャートの処理が実行（開始）される。制御部 6 を介してホストコンピュータ 8 から印字データが吐出選択手段 1 8 2 のシフトレジスタ 1 8 2 a に入力されると（ステップ S 7 0 1）、ラッチ回路 1 8 2 b にラッチ信号が入力されて（ステップ S 7 0 2）、その印字データがラッチされる。このとき、切替手段 2 3 a ~ 2 3 e は、すべてのインクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e と駆動波形生成手段 1 8 1 とを接続している（ステップ S 7 0 3）。

【0 1 7 4】

そして、インク吐出動作を行ったインクジェットヘッド 1 0 0 に対応する吐出異常検出手段 1 0 は、図 2 4 のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する（ステップ S 7 0 4）。この場合、各インクジェットヘッド 1 0 0 に対応するそれぞれの判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド 1 0 0 と関連付けられて、記憶手段 6 2 の所定の格納領域に保存される。

【0 1 7 5】

ここで、図 2 8 に示すインクジェットプリンタ 1 の場合には、切替手段 2 3 a ~ 2 3 e は、制御部 6 から出力される駆動／検出切替信号に基づいて、インクジェットヘッド 1 0 0 a ~ 1 0 0 e を吐出異常検出手段 1 0 a ~ 1 0 e に接続する（図 2 4 のステップ S 1 0 3）。そのため、印字データの存在しないインクジェットヘッド 1 0 0 では、静電アクチュエータ 1 2 0 が駆動していないので、吐出異常検出手段 1 0 の残留振動検出手段 1 6 は、振動板 1 2 1 の残留振動波形を検出ししない。一方、図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 の場合には、切替手段 2 3 a ~ 2 3 e は、制御部 6 から出力される駆動／検出切替信号と、ラッチ回路 1 8 2 b から出力される印字データとが入力される AND 回路の出力信号に基づ

いて、印字データの存在するインクジェットヘッド 1 0 0 を吐出異常検出手段 1 0 に接続する（図 2 4 のステップ S 1 0 3）。

【0 1 7 6】

ステップ S 7 0 5 において、制御部 6 は、インクジェットプリンタ 1 の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、印字動作が終わっていないと判断されるときには、制御部 6 は、ステップ S 7 0 1 に移行して、次の印字データをシフトレジスタ 1 8 2 a に入力し、同様の処理を繰り返す。また、印字動作が終了したと判断されるときには、吐出選択手段 1 8 2 のラッチ回路 1 8 2 b にラッチされている吐出データをクリアするために、制御部 6 は、CLEAR 信号をラッチ回路 1 8 2 b に入力して（ステップ S 7 0 7）、ラッチ回路 1 8 2 b のラッチ状態を解除して、図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出処理および判定処理を終了する。

【0 1 7 7】

上述のように、図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 は、複数の切替手段 2 3 a ~ 2 3 e と、複数の吐出異常検出手段 1 0 a ~ 1 0 e とを備え、一度にすべてのインクジェットヘッド 1 0 0 に対して吐出異常検出・判定処理を行っているので、これらの処理を短時間に行うことができる。また、図 2 9 に示すインクジェットプリンタ 1 は、切替制御手段 1 9、すなわち、駆動／検出切替信号と印字データとを論理積演算する AND 回路 AND a ~ AND e をさらに備え、印字動作を行うインクジェットヘッド 1 0 0 のみに対して切替手段 2 3 による切替動作を行っているので、無駄な検出を行うことなく、吐出異常検出処理および判定処理を行うことができる。

【0 1 7 8】

次いで、図 3 5 は、図 3 0 に示すインクジェットプリンタ 1 の印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。ホストコンピュータ 8 からの印刷指示により、図 3 0 に示すインクジェットプリンタ 1 においてこのフローチャートの処理が実行される。まず、切替選択手段 1 9 a は、最初の切替手段 2 3 a およびインクジェットヘッド 1 0 0 a を予め設定（特定）しておく（ステップ S 8 0 1）。

【0179】

制御部6を介してホストコンピュータ8から印字データが吐出選択手段182のシフトレジスタ182aに入力されると(ステップS802)、ラッチ回路182bにラッチ信号が入力されて(ステップS803)、その印字データがラッチされる。ここで、切替手段23a~23eは、この段階では、すべてのインクジェットヘッド100a~100eと駆動波形生成手段181(吐出選択手段182のドライバ182c)とを接続している(ステップS804)。

【0180】

そして、制御部6は、インクジェットヘッド100aに印字データがある場合には、切替選択手段19aによって吐出動作後静電アクチュエータ120が吐出異常検出手段10に接続され(図24のステップS103)、図24(図25)のフローチャートに示す吐出異常検出・判定処理を実行する(ステップS805)。そして、図24のステップS106において実行される吐出異常判定処理の判定結果が、処理対象となるインクジェットヘッド100(ここでは、100a)と関連付けられて、記憶手段62の所定の格納領域に保存される(図24のステップS107)。

【0181】

ステップS806において、制御部6は、すべてのノズル110(すべてのインクジェットヘッド100)について上述の吐出異常検出・判定処理を終了したか否かを判断する。そして、すべてのノズル110について上記処理が終了したと判断される場合には、制御部6は、走査信号に基づいて、また最初のノズル110に対応する切替手段23aを設定し(ステップS808)、すべてのノズル110について上記処理が終了していないと判断される場合には、次のノズル110に対応する切替手段23bを設定する(ステップS807)。

【0182】

ステップS809において、制御部6は、ホストコンピュータ8から指示された所定の印字動作が終了したか否かを判断する。そして、まだ印字動作が終了していないと判断された場合には、次の印字データがシフトレジスタ182aに入力され(ステップS802)、同様の処理を繰り返す。印字動作が終了したと判

断された場合には、吐出選択手段 182 のラッチ回路 182b にラッチされている吐出データをクリアするために、制御部 6 は、CLEAR 信号をラッチ回路 182b に入力して（ステップ S811）、ラッチ回路 182b のラッチ状態を解除して、図 30 に示すインクジェットプリンタ 1 における吐出異常検出・判定処理を終了する。

【0183】

以上のように、本発明の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ 1）は、振動板 121 と、振動板 121 を変位させる静電アクチュエータ 120 と、内部に液体が充填され、振動板 121 の変位により、該内部の圧力が変化（増減）されるキャビティ 141 と、キャビティ 141 に連通し、キャビティ 141 内の圧力の変化（増減）により液体を液滴として吐出するノズル 110 とを有するインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）100 を複数個備え、さらに、これらの静電アクチュエータ 120 を駆動する駆動波形生成手段 181 と、複数のノズル 110 のうちいずれのノズル 110 から液滴を吐出するかを選択する吐出選択手段 182 と、振動板 121 の残留振動を検出し、この検出された振動板 121 の残留振動に基づいて、液滴の吐出の異常を検出する 1 つまたは複数の吐出異常検出手段 10 と、静電アクチュエータ 120 の駆動による液滴の吐出動作後、駆動／検出切替信号や印字データ、あるいは走査信号に基づいて、静電アクチュエータ 120 を駆動波形生成手段 181 から吐出異常検出手段 10 に切り替える 1 つまたは複数の切替手段 23 とを備え、一度（並列的）にあるいは順次に複数のノズル 110 の吐出異常を検出することとした。

【0184】

したがって、本発明の液滴吐出装置および液滴吐出ヘッドの吐出異常検出・判定方法によって、吐出異常検出およびその原因判定を短時間に行うことができるとともに、吐出異常検出手段 10 を含む検出回路の回路構成をスケールダウンすることができ、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。また、静電アクチュエータ 120 の駆動後、吐出異常検出手段 10 に切り替えて吐出異常検出および原因判定を行っているので、アクチュエータの駆動に影響を与えることがなく、それによって、本発明の液滴吐出装置のスループットを低下また

は悪化させることがない。また、所定の構成要素を備えている既存の液滴吐出装置（インクジェットプリンタ）に、吐出異常検出手段 1 0 を装備することも可能である。

【0 1 8 5】

また、本発明の液滴吐出装置は、上記構成と異なり、複数の切替手段 2 3 と、切替制御手段 1 9 と、1 つあるいはノズル 1 1 0 の数量と対応する複数の吐出異常検出手段 1 0 とを備え、駆動／検出切替信号および吐出データ（印字データ）、あるいは、走査信号、駆動／検出切替信号および吐出データ（印字データ）に基づいて、対応する静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動波形生成手段 1 8 1 または吐出選択手段 1 8 2 から吐出異常検出手段 1 0 に切り替えて、吐出異常検出および原因判定を行うこととした。

【0 1 8 6】

したがって、本発明の液滴吐出装置によって、吐出データ（印字データ）が入力されていない、すなわち、吐出駆動動作をしていない静電アクチュエータ 1 2 0 に対応する切替手段は切替動作を行わないので、無駄な検出・判定処理を回避することができる。また、切替選択手段 1 9 a を利用する場合には、液滴吐出装置は、1 つの吐出異常検出手段 1 0 のみを備えていればよいので、液滴吐出装置の回路構成をスケールダウンすることができるとともに、液滴吐出装置の製造コストの増加を防止することができる。

【0 1 8 7】

次に、本発明の液滴吐出装置におけるインクジェットヘッド 1 0 0（ヘッドユニット 3 5）に対し、吐出異常（ヘッド異常）の原因を解消させる回復処理を実行する構成（回復手段 2 4）について説明する。図 3 6 は、図 1 に示すインクジェットプリンタ 1 の上部から見た概略的な構造（一部省略）を示す図である。この図 3 6 に示すインクジェットプリンタ 1 は、図 1 の斜視図で示した構成以外に、インク滴不吐出（ヘッド異常）の回復処理を実行するためのワイパ 3 0 0 とキャップ 3 1 0 とを備える。

【0 1 8 8】

回復手段 2 4 が実行する回復処理としては、各インクジェットヘッド 1 0 0 の

ノズル 1 1 0 から液滴を予備的に吐出するフラッシング処理と、後述するワイパ 3 0 0 (図 3 7 参照) によるワイピング処理と、後述するチューブポンプ 3 2 0 によるポンピング処理 (ポンプ吸引処理) が含まれる。すなわち、回復手段 2 4 は、チューブポンプ 3 2 0 およびそれを駆動するパルスモータと、ワイパ 3 0 0 およびワイパ 3 0 0 の上下動駆動機構と、キャップ 3 1 0 の上下動駆動機構 (図示せず) とを備え、フラッシング処理においてはヘッドドライバ 3 3 およびヘッドユニット 3 5 などが、また、ワイピング処理においてはキャリッジモータ 4 1 などが回復手段 2 4 の一部として機能する。フラッシング処理については上述しているので、以降、ワイピング処理およびポンピング処理について説明する。

【0 1 8 9】

ここで、ワイピング処理とは、ヘッドユニット 3 5 のノズルプレート 1 5 0 (ノズル面) に付着した紙粉などの異物をワイパ 3 0 0 により拭き取る処理のことをいう。また、ポンピング処理 (ポンプ吸引処理) とは、後述するチューブポンプ 3 2 0 を駆動して、ヘッドユニット 3 5 の各ノズル 1 1 0 から、キャビティ 1 4 1 内のインクを吸引して排出する処理をいう。このように、ワイピング処理は、上述のようなインクジェットヘッド 1 0 0 の液滴の吐出異常の原因の 1 つである紙粉付着の状態における回復処理として適切な処理である。また、ポンプ吸引処理は、前述のフラッシング処理では取り除けないキャビティ 1 4 1 内の気泡を除去し、あるいは、ノズル 1 1 0 付近のインクが乾燥によりまたはキャビティ 1 4 1 内のインクが経年劣化により増粘した場合に、増粘したインクを除去する回復処理として適切な処理である。なお、それほど増粘が進んでおらず粘度がそれほど大きくない場合には、上述のフラッシング処理による回復処理も行われ得る。この場合、排出するインク量が少ないので、スループットやランニングコストを低下させずに適切な回復処理を行うことができる。

【0 1 9 0】

複数のヘッドユニット 3 5 は、キャリッジ 3 2 に搭載され、2 本のキャリッジガイド軸 4 2 2 にガイドされてキャリッジモータ 4 1 により、図中その上端に備えられた連結部 3 4 を介してタイミングベルト 4 2 1 に連結して移動する。キャリッジ 3 2 に搭載されたヘッドユニット 3 5 は、キャリッジモータ 4 1 の駆動に

より移動するタイミングベルト 4 2 1 を介して（タイミングベルト 4 2 1 に連動して）主走査方向に移動可能である。なお、キャリッジモータ 4 1 は、タイミングベルト 4 2 1 を連続的に回転させるためのプーリの役割を果たし、他端側にも同様にプーリ 4 4 が備えられている。

【0 1 9 1】

また、キャップ 3 1 0 は、ヘッドユニット 3 5 のノズルプレート 1 5 0（図 5 参照）のキャッピングを行うためのものである。キャップ 3 1 0 には、その底部側面に孔が形成され、後述するように、チューブポンプ 3 2 0 の構成要素である可撓性のチューブ 3 2 1 が接続されている。なお、チューブポンプ 3 2 0 については、図 3 9 において後述する。

【0 1 9 2】

記録（印字）動作時には、所定のインクジェットヘッド 1 0 0（液滴吐出ヘッド）の静電アクチュエータ 1 2 0 を駆動しながら、記録用紙 P は副走査方向、すなわち、図 3 6 中下方に移動し、印字手段 3 は、主走査方向、すなわち、図 3 6 中左右に移動することにより、インクジェットプリンタ（液滴吐出装置）1 は、ホストコンピュータ 8 から入力された印刷データ（印字データ）に基づいて所定の画像などを記録用紙 P に印刷（記録）する。

【0 1 9 3】

図 3 7 は、図 3 6 に示すワイパ 3 0 0 と印字手段 3（ヘッドユニット 3 5）との位置関係を示す図である。この図 3 7 において、ヘッドユニット 3 5 とワイパ 3 0 0 は、図 3 6 に示すインクジェットプリンタ 1 の図中下側から上側を見た場合の側面図の一部として示される。ワイパ 3 0 0 は、図 3 7（a）に示すように、印字手段 3 のノズル面、すなわち、ヘッドユニット 3 5 のノズルプレート 1 5 0 と当接可能なように、上下移動可能に配置される。

【0 1 9 4】

ここで、ワイパ 3 0 0 を利用する回復処理であるワイピング処理について説明する。ワイピング処理を行う際、図 3 7（a）に示すように、ノズル面（ノズルプレート 1 5 0）よりもワイパ 3 0 0 の先端が上側に位置するように図示しない駆動装置によってワイパ 3 0 0 は上方に移動される。この場合において、キャリ

ッジモータ 4 1 を駆動して図中左方向（矢印の方向）に印字手段 3（ヘッドユニット 3 5）を移動させると、ワイピング部材 3 0 1 がノズルプレート 1 5 0（ノズル面）に当接することになる。

【0 1 9 5】

なお、ワイピング部材 3 0 1 は可撓性のゴム部材等から構成されるので、図 3 7（b）に示すように、ワイピング部材 3 0 1 のノズルプレート 1 5 0 と当接する先端部分は撓み、その先端部によってノズルプレート 1 5 0（ノズル面）の表面をクリーニング（拭き掃除）する。これにより、ノズルプレート 1 5 0（ノズル面）に付着した紙粉などの異物（例えば、紙粉、空気中に浮遊するごみ、ゴムの切れ端など）を除去することができる。また、このような異物の付着状態に応じて（異物が多く付着している場合には）、印字手段 3 にワイパ 3 0 0 の上方を往復移動させることによって、ワイピング処理を複数回実施することもできる。

【0 1 9 6】

図 3 8 は、ポンプ吸引処理時における、ヘッドユニット 3 5 と、キャップ 3 1 0 およびポンプ 3 2 0 との関係を示す図である。チューブ 3 2 1 は、ポンピング処理（ポンプ吸引処理）におけるインク排出路を形成するものであり、その一端は、上述のように、キャップ 3 1 0 の底部に接続され、他端は、チューブポンプ 3 2 0 を介して排インクカートリッジ 3 4 0 に接続されている。

【0 1 9 7】

キャップ 3 1 0 の内部底面には、インク吸収体 3 3 0 が配置されている。このインク吸収体 3 3 0 は、ポンプ吸引処理やフラッシング処理においてインクジェットヘッド 1 0 0 のノズル 1 1 0 から吐出されるインクを吸収して、一時貯蔵する。なお、インク吸収体 3 3 0 によって、キャップ 3 1 0 内へのフラッシング動作時に、吐出された液滴が跳ね返ってノズルプレート 1 5 0 を汚すことを防止することができる。

【0 1 9 8】

図 3 9 は、図 3 8 に示すチューブポンプ 3 2 0 の構成を示す概略図である。この図 3 9（B）に示すように、チューブポンプ 3 2 0 は、回転式ポンプであり、回転体 3 2 2 と、その回転体 3 2 2 の円周部に配置された 4 つのローラ 3 2 3 と

、ガイド部材 350 とを備えている。なお、ローラ 323 は、回転体 322 により支持されており、ガイド部材 350 のガイド 351 に沿って円弧状に載置された可撓性のチューブ 321 を加圧するものである。

【0199】

このチューブポンプ 320 は、軸 322a を中心にして回転体 322 を図 39 に示す矢印 X 方向に回転させることにより、チューブ 321 に当接している 1 つまたは 2 つのローラ 323 が、Y 方向に回転しながら、ガイド部材 350 の円弧状のガイド 351 に載置されたチューブ 321 を順次加圧する。これにより、チューブ 321 が変形し、このチューブ 321 内に発生した負圧により、各インクジェットヘッド 100 のキャビティ 141 内のインク（液状材料）がキャップ 310 を介して吸引され、気泡が混入し、あるいは乾燥により増粘した不要なインクがノズル 110 を介して、インク吸収体 330 に排出され、このインク吸収体 330 に吸収された排インクがチューブポンプ 320 を介して排インクカートリッジ 340（図 38 参照）に排出される。

【0200】

なお、このチューブポンプ 320 は、図示しないパルスモータなどのモータにより駆動される。パルスモータは、制御部 6 により制御される。チューブポンプ 320 の回転制御に対する駆動情報、例えば、回転速度、回転数が記述されたルックアップテーブル、シーケンス制御が記述された制御プログラムなどは、制御部 6 の PROM 64 などに格納されており、これらの駆動情報に基づいて、制御部 6 の CPU 61 によってチューブポンプ 320 の制御が行われている。

【0201】

次に、回復手段 24 の動作（吐出異常回復処理）を説明する。図 40 は、本発明のインクジェットプリンタ 1（液滴吐出装置）における吐出異常回復処理を示すフローチャートである。上述の吐出異常検出・判定処理（図 24 のフローチャート参照）において吐出異常のノズル 110 が検出され、その原因が判定されると、印刷動作（印字動作）などを行っていない所定のタイミングで、印字手段 3 が所定の待機領域（例えば、図 36 において印字手段 3 のノズルプレート 150 をキャップ 310 で覆う位置、あるいは、ワイパ 300 によるワイピング処理を

実施可能な位置)まで移動されて、吐出異常回復処理が実行される。

【0202】

まず、制御部6は、図24のステップS107において制御部6のEEPROM62に保存された各ノズル110に対応する判定結果(ここで、この判定結果は、各ノズル110に限定した内容の判定結果ではなく、各インクジェットヘッド100に対するものである。そのため、以下において、吐出異常のノズル110とは、吐出異常が発生したインクジェットヘッド100をも意味する。)を読み出す(ステップS901)。ステップS902において、制御部6は、この読み出した判定結果に吐出異常のノズル110があるか否かを判定する。そして、吐出異常のノズル110がないと判定された場合、すなわち、すべてのノズル110から正常に液滴が吐出された場合には、そのまま、この吐出異常回復処理を終了する。

【0203】

一方、いずれかのノズル110が吐出異常であったと判定された場合には、ステップS903において、制御部6は、その吐出異常と判定されたノズル110が紙粉付着であるか否かを判定する。そして、そのノズル110の出口付近に紙粉が付着していないと判定された場合には、ステップS905に移行し、紙粉が付着していると判定された場合には、上述のワイパ300によるノズルプレート150へのワイピング処理を実行する(ステップS904)。

【0204】

ステップS905において、続いて、制御部6は、上記吐出異常と判定されたノズル110が気泡混入であるか否かを判定する。そして、気泡混入であると判定された場合には、制御部6は、すべてのノズル110に対してチューブポンプ320によるポンプ吸引処理を実行し(ステップS906)、この吐出異常回復処理を終了する。一方、気泡混入でないと判定された場合には、制御部6は、上記計測手段17によって計測された振動板121の残留振動の周期の長短に基づいて、チューブポンプ320によるポンプ吸引処理または吐出異常と判定されたノズル110のみもしくはすべてのノズル110に対するフラッシング処理を実行し(ステップS907)、この吐出異常回復処理を終了する。

【0205】

図41は、ワイパ（ワイピング手段）の他の構成例（ワイパ300'）を説明するための図であり、（a）が印字手段3（ヘッドユニット35）のノズル面（ノズルプレート150）を示す図、（b）がワイパ300'を示す図である。図42は、図41に示すワイパ300'の作動状態を示す図である。

以下、これらの図に基づいて、ワイパの他の構成例であるワイパ300'について説明するが、前述したワイパ300との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【0206】

図41（a）に示すように、印字手段3のノズル面においては、複数のノズル110は、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）の各色のインクに対応して、4組のノズル群に分かれている。本構成例のワイパ300'は、以下に述べるような構成により、これら4組のノズル群に対し、各色のノズル群ごとに別々にワイピング処理することができるようになっている。

【0207】

図41（b）に示すように、ワイパ300'は、イエローのノズル群用のワイピング部材301aと、マゼンタのノズル群用のワイピング部材301bと、シアンのノズル群用のワイピング部材301cと、ブラックのノズル群用のワイピング部材301dとを有している。図42に示すように、各ワイピング部材301a～301dは、図示しない移動機構により、それぞれ独立して副走査方向に移動可能になっている。

前述したワイパ300は、全ノズル110のノズル面に対し一括してワイピング処理をするものであったが、本構成例のワイパ300'によれば、ワイピング処理が必要なノズル群のみをワイピングすることができるので、無駄のない回復処理を行うことができる。

【0208】

図43は、ポンピング手段の他の構成例を説明するための図である。以下、この図に基づいて、ポンピング手段の他の構成例について説明するが、前述したポンピング手段との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

図43に示すように、本構成例のポンピング手段は、イエローのノズル群用のキャップ310aと、マゼンタのノズル群用のキャップ310bと、シアン of ノズル群用のキャップ310cと、ブラックのノズル群用のキャップ310dとを有している。

【0209】

チューブポンプ320のチューブ321は、4本の分岐チューブ325a～325dに分岐しており、この各分岐チューブ325a～325dが各キャップ310a～310dにそれぞれ接続されている。各分岐チューブ325a～325dの途中には、それぞれ、バルブ326a～326dが設けられている。

以上のような本構成例のポンピング手段は、各バルブ326a～326dの開閉を選択することにより、印字手段3の4組のノズル群に対し、各色のノズル群ごとに別々にポンプ吸引処理することができるようになっている。これにより、ポンプ吸引処理が必要なノズル群のみを吸引することができるので、無駄のない回復処理を行うことができる。なお、図43では、チューブポンプ320が4色分同じチューブ321で吸引している例を示したが、チューブポンプ320にチューブが4色分別々にあっても良い。

【0210】

さて、以上説明したような本発明のインクジェットプリンタ1は、全ノズル110に対して吐出異常検出手段10による検出を行った場合、次に述べるような流れで作動する。以下、本発明のインクジェットプリンタ1において、吐出異常検出手段10による検出を行った場合の、それ以降の動作の流れについて、2つのパターンを順次説明するが、まず、1番目のパターンについて説明する。

【0211】

[1A] インクジェットプリンタ1は、フラッシング処理（フラッシング動作）時、または印刷動作時において、前述したようにして、全ノズル110に対し、吐出異常検出手段10による検出を行う。

この検出の結果、吐出異常が発生したノズル110（以下、「異常ノズル」と言う）があったときには、インクジェットプリンタ1は、その旨を報知するのが好ましい。この報知の手段（方法）としては、特に限定されず、例えば、操作パ

ネル 7 に表示したり、音声、警報音、ランプの点灯によるもの、あるいはインターフェース 9 を経由してホストコンピュータ 8 などへ、またはネットワークを経由してプリントサーバーなどへそれぞれ吐出異常情報を伝達するものなど、いかなるものでもよい。

【 0 2 1 2 】

[2 A] [1 A] での検出の結果、吐出異常が発生したノズル 1 1 0 (異常ノズル) があったときには、(印刷動作中であつた場合には印刷動作を中断して) 回復手段 2 4 による回復処理を行う。この場合、回復手段 2 4 は、前述した図 4 0 のフローチャートのようにして、異常ノズルの吐出異常の原因に応じた種類の回復処理を行う。これにより、例えば、異常ノズルの吐出異常の原因が紙粉付着の場合、すなわち、ポンプ吸引処理を行う必要がないような場合にまでポンプ吸引処理が行われるようなことがないので、インクを無駄に排出することを防止することができ、インクの消費量を低減することができる。また、必要でない種類の回復処理を行わないので、回復処理に要する時間を短縮でき、インクジェットプリンタ 1 のスループット (単位時間当たりの印刷枚数) の向上が図れる。

【 0 2 1 3 】

また、この回復処理は、全ノズル 1 1 0 に対して行ってもよいが、少なくとも異常ノズルに対して行えばよい。例えば、回復処理としてフラッシング処理を行う場合、異常ノズルのみにフラッシング動作を行わせてもよい。また、ワイピング手段やポンピング手段が、図 4 1 ~ 図 4 3 に示すような各色のノズル群ごとに別々に回復処理できるよう構成されたものである場合には、[1 A] で検出された異常ノズルを含むノズル群のみに対してワイピング処理またはポンプ吸引処理をするようにしてもよい。

また、[1 A] において、吐出異常の原因が異なる複数の異常ノズルが検出された場合には、その全ての吐出異常の原因を解消できるように、複数種類の回復処理を行うのが好ましい。

【 0 2 1 4 】

[3 A] [2 A] の回復処理を終えたら、[1 A] で検出された異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行い、この異常ノズルのみに対し吐出異常検出手段

1 0 による検出を再度行う。これにより、[1 A] で検出された異常ノズルが正常な状態に回復したかどうかを確認することができるので、その後の印刷動作において吐出異常が発生するのをより確実に防止することができる。

【 0 2 1 5 】

また、ここでは、異常ノズルのみに液滴吐出動作を行わせて吐出異常検出手段 1 0 による検出を行うので、[1 A] で正常だったノズル 1 1 0 からはインク滴を吐出しないで済む。よって、無駄にインクを吐出するのを回避することとなり、インクの消費量を低減することができる。さらに、吐出異常検出手段 1 0 や制御部 6 の負担も軽減することができる。

なお、[3 A] での検出によっても吐出異常のノズル 1 1 0 があった場合には、回復手段 2 4 による回復処理を再度行うのが好ましい。

【 0 2 1 6 】

以下、本発明のインクジェットプリンタ 1 において、吐出異常検出手段 1 0 による検出を行った場合の、それ以降の動作の流れの 2 番目のパターンについて説明する。すなわち、本発明では、前記 [1 A] ~ [3 A] に代えて、以下の [1 B] ~ [5 B] のような流れで制御してもよい。

【 0 2 1 7 】

[1 B] 前記 [1 A] と同様に、全ノズル 1 1 0 に対し、吐出異常検出手段 1 0 による検出を行う。

[2 B] [1 B] での検出の結果、吐出異常が発生したノズル 1 1 0 (以下、「異常ノズル」と言う)があったときには、(印刷動作中であつた場合には印刷動作を中断して)その異常ノズルに対してのみフラッシング処理を実行する。異常ノズルの吐出異常の原因が軽微なものである場合などには、このフラッシング処理によって異常ノズルを正常な状態に回復させることができる。また、この際、正常だったノズル 1 1 0 からはインク滴を吐出しないので、インクを無駄に消費することもない。吐出異常検出手段 1 0 による検出を頻繁に行っているときなどには、吐出異常の原因が軽微であることが多いので、このように吐出異常の原因にかかわらず異常ノズルにまずフラッシング処理を行うことにより、回復処理を効率良く、迅速に行うことができる。

【0218】

〔3B〕 〔2B〕のフラッシング処理を終えたら、〔1B〕で検出された異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行い、この異常ノズルのみに対し吐出異常検出手段10による検出を再度行う。これにより、〔1B〕で検出された異常ノズルが正常な状態に回復したかどうかを確認することができるので、その後の印刷動作において吐出異常が発生するのをより確実に防止することができる。

【0219】

また、ここでは、異常ノズルのみに液滴吐出動作を行わせて吐出異常検出手段10による検出を行うので、〔1B〕で正常だったノズル110からはインク滴を吐出しないで済む。よって、無駄にインクを吐出するのを回避することとなり、インクの消費量を低減することができる。さらに、吐出異常検出手段10や制御部6の負担も軽減することができる。

【0220】

〔4B〕 〔3B〕での検出の結果、吐出異常が解消していないノズル110（以下、「再異常ノズル」と言う）があったときには、回復手段24による回復処理を行う。この場合、回復手段24は、前述した図40のフローチャートのようにして、再異常ノズルの吐出異常の原因に応じた種類の回復処理を行う。これにより、例えば、再異常ノズルの吐出異常の原因が紙粉付着の場合、すなわち、ポンプ吸引処理を行う必要がないような場合にまでポンプ吸引処理が行われるようなことがないので、インクを無駄に排出することを防止することができ、インクの消費量を低減することができる。また、必要でない種類の回復処理を行わないので、回復処理に要する時間を短縮でき、インクジェットプリンタ1のスループット（単位時間当たりの印刷枚数）の向上が図れる。

【0221】

また、〔2B〕でフラッシング処理を行っているので、この〔4B〕ではそれ以外の回復処理を行うのが好ましい。すなわち、再異常ノズルの吐出異常の原因が、気泡混入または乾燥増粘の場合にはポンプ吸引処理を実行し、紙粉付着の場合にはワイパ300または300'によるワイピング処理を実行することとするのが好ましい。

なお、この〔4 B〕では、上記の点の他は、前記〔2 A〕と同様である。

【0 2 2 2】

〔5 B〕 〔4 B〕の回復処理を終えたら、〔3 B〕で検出された再異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行い、この再異常ノズルのみに対し吐出異常検出手段 1 0 による検出を再度行う。これにより、〔3 B〕で検出された再異常ノズルが正常な状態に回復したかどうかを確認することができるので、その後の印刷動作において吐出異常が発生するのをさらに確実に防止することができる。

【0 2 2 3】

また、ここでは、再異常ノズルのみに液滴吐出動作を行わせて吐出異常検出手段 1 0 による検出を行うので、〔1 B〕や〔3 B〕で正常だったノズル 1 1 0 からはインク滴を吐出しないで済む。よって、無駄にインクを吐出するのを回避することとなり、インクの消費量を低減することができる。さらに、吐出異常検出手段 1 0 や制御部 6 の負担も軽減することができる。

【0 2 2 4】

以上説明した〔1 A〕～〔3 A〕および〔1 B〕～〔5 B〕においては、吐出異常の原因に応じた回復処理を行った後、各ノズル 1 1 0（全ノズル 1 1 0）に対してフラッシング処理を実行するのが好ましい。これにより、ノズル面（ノズルプレート 1 5 0）に残留した各色のインクが混合するのを防止することができる、インクの混色を防止することができる。

【0 2 2 5】

以上説明したような、本実施形態の液滴吐出装置では、従来の吐出異常を検出可能な液滴吐出装置に比べ、他の部品（例えば、光学式のドット抜け検出装置など）を必要としないので、液滴吐出ヘッドのサイズを大きくすることなく液滴の吐出異常を検出することができるとともに、吐出異常（ドット抜け）検出を行うことができる液滴吐出装置の製造コストを低く抑えることができる。また、液滴吐出動作後の振動板の残留振動を用いて液滴の吐出異常を検出しているので、記録動作の途中でも液滴の吐出異常を検出することができる。

【0 2 2 6】

<第 2 実施形態>

次に、本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例について説明する。
図44～図47は、それぞれ、インクジェットヘッド（ヘッドユニット）の他の構成例の概略を示す断面図である。以下、これらの図に基づいて説明するが、前述した実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

【0227】

図44に示すインクジェットヘッド100Aは、圧電素子200の駆動により振動板212が振動し、キャビティ208内のインク（液体）がノズル203から吐出するものである。ノズル（孔）203が形成されたステンレス鋼製のノズルプレート202には、ステンレス鋼製の金属プレート204が接着フィルム205を介して接合されており、さらにその上に同様のステンレス鋼製の金属プレート204が接着フィルム205を介して接合されている。そして、その上には、連通口形成プレート206およびキャビティプレート207が順次接合されている。

【0228】

ノズルプレート202、金属プレート204、接着フィルム205、連通口形成プレート206およびキャビティプレート207は、それぞれ所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これらを重ねることにより、キャビティ208およびリザーバ209が形成される。キャビティ208とリザーバ209とは、インク供給口210を介して連通している。また、リザーバ209は、インク取り入れ口211に連通している。

【0229】

キャビティプレート207の上面開口部には、振動板212が設置され、この振動板212には、下部電極213を介して圧電素子（ピエゾ素子）200が接合されている。また、圧電素子200の下部電極213と反対側には、上部電極214が接合されている。ヘッドドライブ215は、駆動電圧波形を生成する駆動回路を備え、上部電極214と下部電極213との間に駆動電圧波形を印加（供給）することにより、圧電素子200が振動し、それに接合された振動板212が振動する。この振動板212の振動によりキャビティ208の容積（キャビ

ティ内の圧力) が変化し、キャビティ 2 0 8 内に充填されたインク (液体) がノズル 2 0 3 より液滴として吐出する。

液滴の吐出によりキャビティ 2 0 8 内で減少した液量は、リザーバ 2 0 9 からインクが供給されて補給される。また、リザーバ 2 0 9 へは、インク取り入れ口 2 1 1 からインクが供給される。

【0 2 3 0】

図 4 5 に示すインクジェットヘッド 1 0 0 B も前記と同様に、圧電素子 2 0 0 の駆動によりキャビティ 2 2 1 内のインク (液体) がノズルから吐出するものである。このインクジェットヘッド 1 0 0 B は、一対の対向する基板 2 2 0 を有し、両基板 2 2 0 間に、複数の圧電素子 2 0 0 が所定間隔をおいて間欠的に設置されている。

隣接する圧電素子 2 0 0 同士の間には、キャビティ 2 2 1 が形成されている。キャビティ 2 2 1 の図 4 5 中前方にはプレート (図示せず)、後方にはノズルプレート 2 2 2 が設置され、ノズルプレート 2 2 2 の各キャビティ 2 2 1 に対応する位置には、ノズル (孔) 2 2 3 が形成されている。

【0 2 3 1】

各圧電素子 2 0 0 の一方の面および他方の面には、それぞれ、一対の電極 2 2 4 が設置されている。すなわち、1 つの圧電素子 2 0 0 に対し、4 つの電極 2 2 4 が接合されている。これらの電極 2 2 4 のうち所定の電極間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子 2 0 0 がシエアモード変形して振動し (図 4 5 において矢印で示す)、この振動によりキャビティ 2 2 1 の容積 (キャビティ内の圧力) が変化し、キャビティ 2 2 1 内に充填されたインク (液体) がノズル 2 2 3 より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド 1 0 0 B では、圧電素子 2 0 0 自体が振動板として機能する。

【0 2 3 2】

図 4 6 に示すインクジェットヘッド 1 0 0 C も前記と同様に、圧電素子 2 0 0 の駆動によりキャビティ 2 3 3 内のインク (液体) がノズル 2 3 1 から吐出するものである。このインクジェットヘッド 1 0 0 C は、ノズル 2 3 1 が形成されたノズルプレート 2 3 0 と、スパーサ 2 3 2 と、圧電素子 2 0 0 とを備えている。

圧電素子 200 は、ノズルプレート 230 に対しスペーサ 232 を介して所定距離間隔して設置されており、ノズルプレート 230 と圧電素子 200 とスペーサ 232 とで囲まれる空間にキャビティ 233 が形成されている。

【0233】

圧電素子 200 の図 46 中上面には、複数の電極が接合されている。すなわち、圧電素子 200 のほぼ中央部には、第 1 電極 234 が接合され、その両側部には、それぞれ第 2 の電極 235 が接合されている。第 1 電極 234 と第 2 電極 235 との間に所定の駆動電圧波形を印加することにより、圧電素子 200 がシェアモード変形して振動し（図 46 において矢印で示す）、この振動によりキャビティ 233 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 233 内に充填されたインク（液体）がノズル 231 より液滴として吐出する。すなわち、インクジェットヘッド 100C では、圧電素子 200 自体が振動板として機能する。

【0234】

図 47 に示すインクジェットヘッド 100D も前記と同様に、圧電素子 200 の駆動によりキャビティ 245 内のインク（液体）がノズル 241 から吐出するものである。このインクジェットヘッド 100D は、ノズル 241 が形成されたノズルプレート 240 と、キャビティプレート 242 と、振動板 243 と、複数の圧電素子 200 を積層してなる積層圧電素子 201 とを備えている。

【0235】

キャビティプレート 242 は、所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これにより、キャビティ 245 およびリザーバ 246 が形成される。キャビティ 245 とリザーバ 246 とは、インク供給口 247 を介して連通している。また、リザーバ 246 は、インク供給チューブ 311 を介してインクカートリッジ 31 と連通している。

【0236】

積層圧電素子 201 の図 47 中下端は、中間層 244 を介して振動板 243 と接合されている。積層圧電素子 201 には、複数の外部電極 248 および内部電極 249 が接合されている。すなわち、積層圧電素子 201 の外表面には、外部電極 248 が接合され、積層圧電素子 201 を構成する各圧電素子 200 同士の

間（または各圧電素子の内部）には、内部電極 2 4 9 が設置されている。この場合、外部電極 2 4 8 と内部電極 2 4 9 の一部が、交互に、圧電素子 2 0 0 の厚さ方向に重なるように配置される。

【0 2 3 7】

そして、外部電極 2 4 8 と内部電極 2 4 9 との間にヘッドドライバ 3 3 より駆動電圧波形を印加することにより、積層圧電素子 2 0 1 が図 4 7 中の矢印で示すように変形して（図 4 7 上下方向に伸縮して）振動し、この振動により振動板 2 4 3 が振動する。この振動板 2 4 3 の振動によりキャビティ 2 4 5 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 2 4 5 内に充填されたインク（液体）がノズル 2 4 1 より液滴として吐出する。

液滴の吐出によりキャビティ 2 4 5 内で減少した液量は、リザーバ 2 4 6 からインクが供給されて補給される。また、リザーバ 2 4 6 へは、インクカートリッジ 3 1 からインク供給チューブ 3 1 1 を介してインクが供給される。

【0 2 3 8】

以上のような圧電素子を備えるインクジェットヘッド 1 0 0 A ~ 1 0 0 D においても、前述した静電容量方式のインクジェットヘッド 1 0 0 と同様にして、振動板または振動板として機能する圧電素子の残留振動に基づき、液滴吐出の異常を検出しあるいはその異常の原因を特定することができる。なお、インクジェットヘッド 1 0 0 B および 1 0 0 C においては、キャビティに面した位置にセンサとしての振動板（残留振動検出用の振動板）を設け、この振動板の残留振動を検出するような構成とすることもできる。

【0 2 3 9】

<第 3 実施形態>

次に、本発明におけるインクジェットヘッドのさらに他の構成例について説明する。図 4 8 は、本実施形態におけるヘッドユニット 3 5 の構成を示す斜視図、図 4 9 は、図 4 8 に示すヘッドユニット 3 5（インクジェットヘッド 1 0 0 H）の断面図である。以下、これらの図に基づいて説明するが、前述した実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の事項についてはその説明を省略する。

【0 2 4 0】

図48および図49に示すヘッドユニット35（インクジェットヘッド100H）は、いわゆる膜沸騰インクジェット方式（サーマルジェット方式）によるもので、支持板410と、基板420と、外壁430および隔壁431と、天板440とが、図48および図49中下側からこの順に接合された構成のものである。

【0241】

基板420と天板440とは、外壁430および等間隔で平行に配置された複数（図示の例では6枚）の隔壁431を介して所定の間隔をおいて設置されている。そして、基板420と天板440との間には、隔壁431によって区画された複数（図示の例では5個）のキャビティ（圧力室：インク室）141が形成されている。各キャビティ141は、短冊状（直方体状）をなしている。

【0242】

また、図48および図49に示すように、各キャビティ141の図49中左側端部（図48中上端）は、ノズルプレート（前板）433により覆われている。このノズルプレート433には、各キャビティ141に連通するノズル（孔）110が形成されており、このノズル110からインク（液状材料）が吐出する。

図48では、ノズルプレート433に対しノズル110が直線的に、すなわち列状に配置されているが、ノズルの配置パターンはこれに限定されないことは言うまでもない。

【0243】

なお、ノズルプレート433を設けず、各キャビティ141の図48中上端（図49中左端）が開放しており、この開放した開口がノズルとなるような構成のものでもよい。

また、天板440には、インク取り入れ口441が形成され、該インク取り入れ口441には、インク供給チューブ311を介して、インクカートリッジ31に接続されている。

【0244】

基板420の各キャビティ141に対応する箇所には、それぞれ、発熱体450が設置（埋設）されている。各発熱体450は、駆動回路18を含むヘッドド

ライバ（通電手段） 3 3 により、それぞれ別個に通電され、発熱する。ヘッドドライバ 3 3 は、制御部 6 から入力される印刷信号（印刷データ）に応じ、発熱体 4 5 0 の駆動信号として例えばパルス状の信号を出力する。

【 0 2 4 5 】

また、発熱体 4 5 0 のキャビティ 1 4 1 側の面は、保護膜（耐キャビテーション膜） 4 5 1 で覆われている。この保護膜 4 5 1 は、発熱体 4 5 0 がキャビティ 1 4 1 内のインクと直接接触するのを防止するために設けられたものである。この保護膜 4 5 1 を設けることにより、発熱体 4 5 0 がインクと接触することによる変質、劣化等を防止することができる。

基板 4 2 0 の各発熱体 4 5 0 の近傍であって、各キャビティ 1 4 1 に対応する箇所には、それぞれ、凹部 4 6 0 が形成されている。この凹部 4 6 0 は、例えばエッチング、打ち抜き等の方法により形成することができる。

【 0 2 4 6 】

凹部 4 6 0 のキャビティ 1 4 1 側を遮蔽するように振動板（ダイヤフラム） 4 6 1 が設置されている。この振動板 4 6 1 は、キャビティ 1 4 1 内の圧力（液圧）の変化に追従して図 4 9 中の上下方向に弾性的に変形（弾性的に変位）する。

この振動板 4 6 1 は、電極としても機能する。振動板 4 6 1 は、その全体が導電性のものであっても、導電層と絶縁層とが積層されたものでもよい。

【 0 2 4 7 】

一方、凹部 4 6 0 の他方の側は、支持板 4 1 0 により覆われており、該支持板 4 1 0 の図 4 9 中上面の各振動板 4 6 1 に対応する箇所には、それぞれ、電極（セグメント電極） 4 6 2 が設置されている。

振動板 4 6 1 と電極 4 6 2 とは、所定の間隙距離をおいてほぼ平行に対向するように配置されている。

【 0 2 4 8 】

このように、わずかな間隔距離を隔てて振動板 4 6 1 と電極 4 6 2 とを配置することにより、平行平板コンデンサを形成することができる。そして、振動板 4 6 1 がキャビティ 1 4 1 内の圧力に追従して図 4 9 中の上下方向に弾性的に変位（変形）すると、それに応じて振動板 4 6 1 と電極 4 6 2 と間隙距離が変化し、

前記平行平板コンデンサの静電容量が変化する。インクジェットヘッド 1 0 0 H では、振動板 4 6 1 および電極 4 6 2 は、振動板 4 6 1 の振動（残留振動（減衰振動））に伴う前記静電容量の経時的変動に基づき当該インクジェットヘッド 1 0 0 H の異常を検出するセンサとして機能する。

【0 2 4 9】

基板 4 2 0 のキャビティ 1 4 1 外には、共通電極 4 7 0 が形成されている。また、支持板 4 1 0 のキャビティ 1 4 1 外には、セグメント電極 4 7 1 が形成されている。電極 4 6 2、共通電極 4 7 0 およびセグメント電極 4 7 1 は、それぞれ、例えば金属箔の接合、メッキ、蒸着、スパッタリング等の方法により形成することができる。

【0 2 5 0】

各振動板 4 6 1 と共通電極 4 7 0 とは、導体 4 7 5 により電氣的に接続され、各電極 4 6 2 と各セグメント電極 4 7 1 とは、導体 4 7 6 により電氣的に接続されている。

導体 4 7 5、4 7 6 としては、それぞれ、①金属線等の導線を配設したもの、②基板 4 2 0 または支持板 4 1 0 の表面に例えば金、銅等の導電性材料よりなる薄膜を形成したもの、あるいは、③基板 4 2 0 等の導体形成部位にイオンドーピング等を施して導電性を付与したもの等が挙げられる。

【0 2 5 1】

次に、インクジェットヘッド 1 0 0 H の作用（作動原理）について説明する。

ヘッドドライバ 3 3 から駆動信号（パルス信号）が出力されて発熱体 4 5 0 に通電されると、発熱体 4 5 0 は、瞬時に 3 0 0 ℃以上の温度に発熱する。これにより、保護膜 4 5 1 上に膜沸騰による気泡（前述した吐出異常の原因となるキャビティ内に混入、発生する気泡とは異なる）4 8 0 が発生し、該気泡 4 8 0 は瞬時に膨張する。これにより、キャビティ 1 4 1 内に満たされたインク（液状材料）の液圧が増大し、インクの一部がノズル 1 1 0 から液滴として吐出される。

インク滴の吐出によりキャビティ 1 4 1 内で減少した液量は、インク取り入れ口 4 4 1 から新たなインクがキャビティ 1 4 1 内に供給されて補給される。このインクは、インクカートリッジ 3 1 からインク供給チューブ 3 1 1 内を通過して供

給される。

【0 2 5 2】

インクの液滴が吐出された直後、気泡 4 8 0 は急激に収縮し、元の状態に戻る。このときのキャビティ 1 4 1 内の圧力変化により振動板 4 6 1 が弾性的に変位（変形）して、次の駆動信号が入力され再びインク滴が吐出されるまでの間、減衰振動（残留振動）を生じる。振動板 4 6 1 が減衰振動を生じると、それに応じて、振動板 4 6 1 と、これと対向する電極 4 6 2 とで構成されるコンデンサの静電容量が変化する。本実施形態のインクジェットヘッド 1 0 0 H では、この静電容量の経時的変動を利用して、前述した第 1 実施形態のインクジェットヘッド 1 0 0 と同様に、吐出異常を検出することができる。

【0 2 5 3】

以上、本発明の液滴吐出装置を図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、本発明の液滴吐出ヘッドあるいは液滴吐出装置に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

【0 2 5 4】

なお、本発明の液滴吐出装置の液滴吐出ヘッド（上述の実施形態では、インクジェットヘッド 1 0 0）から吐出する吐出対象液（液滴）としては、特に限定されず、例えば以下のような各種の材料を含む液体（サスペンション、エマルション等の分散液を含む）とすることができる。すなわち、カラーフィルタのフィルタ材料（インク）、有機 E L（Electro Luminescence）装置における E L 発光層を形成するための発光材料、電子放出装置における電極上に蛍光体を形成するための蛍光材料、P D P（Plasma Display Panel）装置における蛍光体を形成するための蛍光材料、電気泳動表示装置における泳動体を形成する泳動体材料、基板 W の表面にバンクを形成するためのバンク材料、各種コーティング材料、電極を形成するための液状電極材料、2 枚の基板間に微小なセルギャップを構成するためのスペーサを構成する粒子材料、金属配線を形成するための液状金属材料、マイクロレンズを形成するためのレンズ材料、レジスト材料、光拡散体を形成する

ための光拡散材料、DNAチップやプロテインチップなどのバイオセンサに利用する各種試験液体材料などである。

また、本発明では、液滴を吐出する対象となる液滴受容物は、記録用紙のような紙に限らず、フィルム、織布、不織布等の他のメディアや、ガラス基板、シリコン基板等の各種基板のようなワークであってもよい。

【0255】

また、本発明の液滴吐出装置では、吐出異常とその原因を検出する手段および方法は、上述のような振動板の残留振動の振動パターンを検出して解析する方法に限定されず、どのような検出方法を用いたとしても、吐出異常の原因が特定されていれば、適切な回復処理を選択することができる。吐出異常（ドット抜け）の検出方法としては、例えば、レーザ等の光学センサを直接ノズル内のインクメニスカスに照射反射させ受光素子によってメニスカスの振動状態を検知し、振動状態から目詰まりの原因を特定する方法や、一般的な光学式のドット抜け検出装置（飛翔液滴がセンサの検知範囲に入ったか否かを検出する）と、吐出動作後の時間経過の計測結果から、液滴の有無を検出すると共にドット抜けが生じた場合のインクジェットヘッドの時間経過データを基に乾燥時間内で発生した現象については乾燥と推定し、乾燥時間外に発生した現象については紙粉、あるいは気泡と推定する方法や、上記の構成に振動センサを追加し、ドット抜けが発生した前に気泡が混入しうる振動が加わったかどうかを判定し、加わっていた場合は気泡混入と推定する方法（この場合、ドット抜けの検出手段は光学式に限定される必要はなく、例えば、インク吐出を受けて熱感知部の温度変化を検知する熱感知式や、インク滴を帯電させて吐出し着弾した検出電極の電荷量の変化を検出する方法や、インク滴が電極間を通過する事によって変化する静電容量式の検出を用いてもよい）や、紙粉付着の検出方法として、ヘッド面の状態をカメラ等により画像情報として検出、あるいはレーザ等の光学センサをヘッド面付近で走査し紙粉付着の有無を検出する方法などが考えられる。

【0256】

また、回復手段24が実行する回復処理の一つであるポンプ吸引回復処理は、乾燥などにより増粘が進んだ場合と気泡混入の場合に対して有効な処理であり、

いずれの原因においても同様の回復処理が取られ得るため、ヘッドユニット内にポンプ吸引処理が必要な気泡混入と乾燥増粘のインクジェットヘッド100を検出した場合には、図40のフローチャートのステップS905～S907のように個別に処理を決定せず、気泡混入のインクジェットヘッド100と乾燥増粘のインクジェットヘッド100に対して一度にポンプ吸引処理を実行してもよい。すなわち、ノズル110付近に紙粉が付着しているか否かを判断した後は、気泡混入か乾燥増粘かの判断をせず、ポンプ吸引処理を実行してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の液滴吐出装置の一種であるインクジェットプリンタの構成を示す概略図である。

【図2】 本発明のインクジェットプリンタの主要部を概略的に示すブロック図である。

【図3】 図1に示すインクジェットプリンタにおけるヘッドユニット（インクジェットヘッド）の概略的な断面図である。

【図4】 図3のヘッドユニットの構成を示す分解斜視図である。

【図5】 4色インクを用いるヘッドユニットのノズルプレートのノズル配置パターンの一例である。

【図6】 図3のIII-III断面の駆動信号入力時の各状態を示す状態図である。

【図7】 図3の振動板の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。

【図8】 図3の振動板の正常吐出の場合の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。

【図9】 図3のキャビティ内に気泡が混入した場合のノズル付近の概念図である。

【図10】 キャビティへの気泡混入によりインク滴が吐出しなくなった状態における残留振動の計算値および実験値を示すグラフである。

【図11】 図3のノズル付近のインクが乾燥により固着した場合のノズル付近の概念図である。

【図 1 2】 ノズル付近のインクの乾燥増粘状態における残留振動の計算値および実験値を示すグラフである。

【図 1 3】 図 3 のノズル出口付近に紙粉が付着した場合のノズル付近の概念図である。

【図 1 4】 ノズル出口に紙粉が付着した状態における残留振動の計算値および実験値を示すグラフである。

【図 1 5】 ノズル付近に紙粉が付着した前後におけるノズルの状態を示す写真である。

【図 1 6】 吐出異常検出手段の概略的なブロック図である。

【図 1 7】 図 3 の静電アクチュエータを平行平板コンデンサとした場合の概念図である。

【図 1 8】 図 3 の静電アクチュエータから構成されるコンデンサを含む発振回路の回路図である。

【図 1 9】 図 1 6 に示す吐出異常検出手段の F / V 変換回路の回路図である。

【図 2 0】 発振回路から出力する発振周波数に基づく各部の出力信号などのタイミングを示すタイミングチャートである。

【図 2 1】 固定時間 t_r および t_l の設定方法を説明するための図である。

【図 2 2】 図 1 6 の波形整形回路の回路構成を示す回路図である。

【図 2 3】 駆動回路と検出回路との切替手段の概略を示すブロック図である。

【図 2 4】 吐出異常検出・判定処理を示すフローチャートである。

【図 2 5】 残留振動検出処理を示すフローチャートである。

【図 2 6】 吐出異常判定処理を示すフローチャートである。

【図 2 7】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段が 1 つの場合）である。

【図 2 8】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じ場合）である。

【図 2 9】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、印字データがあるときに吐出異常検出を行う場合）である。

【図 3 0】 複数のインクジェットヘッドの吐出異常検出のタイミングの一例（吐出異常検出手段の数がインクジェットヘッドの数と同じであり、各インクジェットヘッドを巡回して吐出異常検出を行う場合）である。

【図 3 1】 図 2 7 に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 2】 図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 3】 図 3 0 に示すインクジェットプリンタのフラッシング動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 4】 図 2 8 および図 2 9 に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 5】 図 3 0 に示すインクジェットプリンタの印字動作時における吐出異常検出のタイミングを示すフローチャートである。

【図 3 6】 図 1 に示すインクジェットプリンタの上部から見た概略的な構造（一部省略）を示す図である。

【図 3 7】 図 3 6 に示すワイパとヘッドユニットとの位置関係を示す図である。

【図 3 8】 ポンプ吸引処理時における、ヘッドユニットと、キャップおよびポンプとの関係を示す図である。

【図 3 9】 図 3 8 に示すチューブポンプの構成を示す概略図である。

【図 4 0】 本発明のインクジェットプリンタにおける吐出異常回復処理を示すフローチャートである。

【図 4 1】 ワイパ（ワイピング手段）の他の構成例を説明するための図であり、（a）が印字手段（ヘッドユニット）のノズル面を示す図、（b）がワイパを示す図である。

【図 4 2】 図 4 1 に示すワイパの作動状態を示す図である。

【図 4 3】 ポンピング手段の他の構成例を説明するための図である。

【図 4 4】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 4 5】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 4 6】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 4 7】 本発明におけるインクジェットヘッドの他の構成例の概略を示す断面図である。

【図 4 8】 第 3 実施形態におけるヘッドユニットの構成を示す斜視図である。

【図 4 9】 図 4 8 に示すヘッドユニット（インクジェットヘッド）の断面図である。

【符号の説明】

1……インクジェットプリンタ 2……装置本体 21……トレイ 22……排紙口 3……印字手段 31……インクカートリッジ 311……インク供給チューブ 32……キャリッジ 33……ヘッドドライバ 34……連結部 35……ヘッドユニット 4……印刷装置 41……キャリッジモータ 42……往復動機構 421……タイミングベルト 422……キャリッジガイド軸 43……キャリッジモータドライバ 44……プーリ 5……給紙装置 51……給紙モータ 52……給紙ローラ 52a……従動ローラ 52b……駆動ローラ 53……給紙モータドライバ 6……制御部 61……CPU 62……EEPROM（記憶手段） 63……RAM 64……PROM 7……操作パネル 8……ホストコンピュータ 9……IF 10、10a～10e……吐出異常検出手段 11……発振回路 111……シュミットトリガインバータ 112……抵抗素子 12……F/V変換回路 13……定電流源 14……バッファ 15……波形整形回路 151……増幅器（オペアンプ） 152……比較器（コンパレータ） 16……残留振動検出手段 17……計測手段 18……駆動回路 181……駆動波形生成手段 182……吐出選択手段 182a……

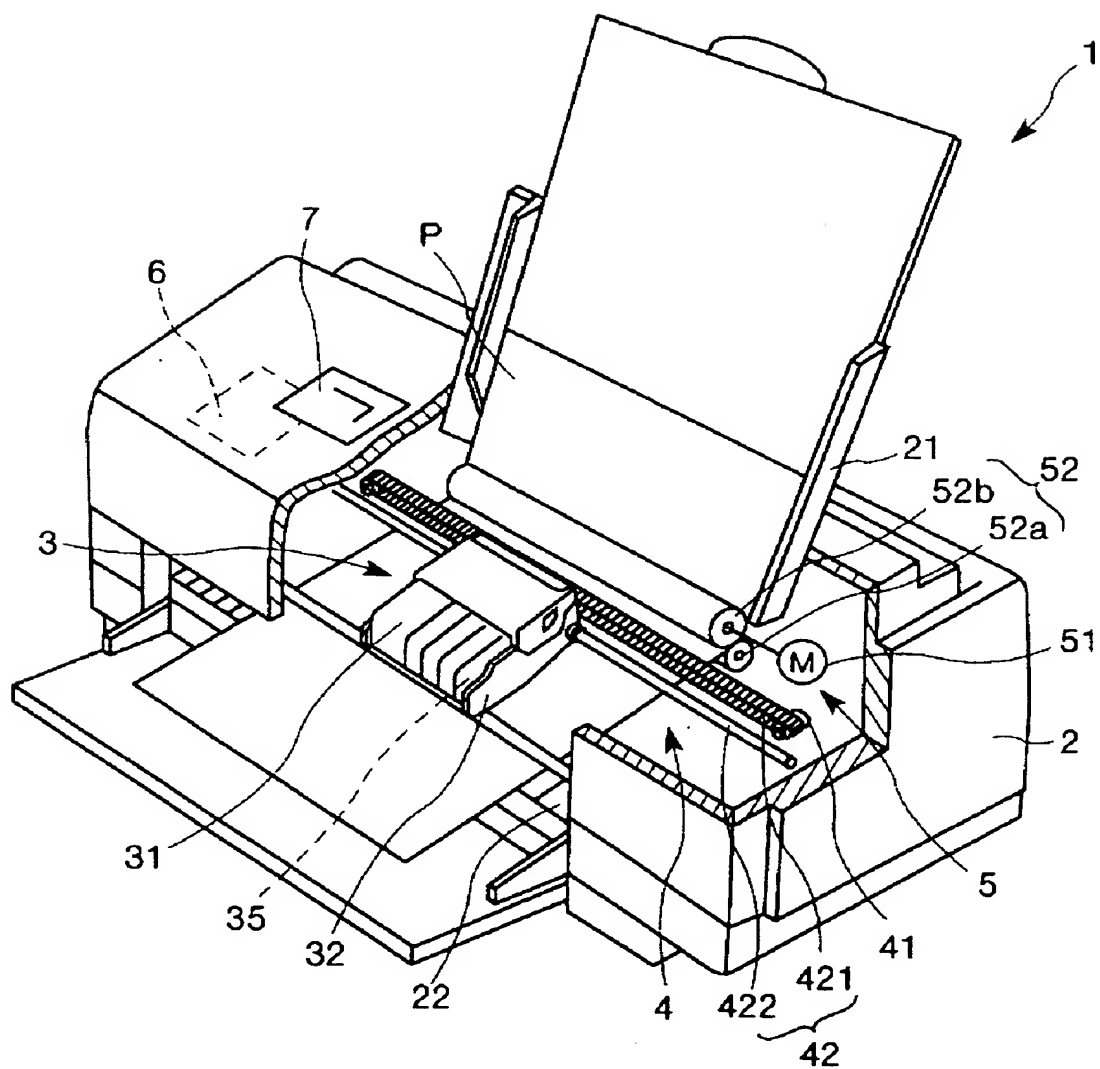
…シフトレジスタ 182b ……ラッチ回路 182c ……ドライバ 19 ……
 切替制御手段 19a ……切替選択手段 (セクタ) 20 ……判定手段 23
 、23a ~ 23e ……切替手段 24 ……回復手段 100 ……ヘッドユニット
 100、100a ~ 100e ……インクジェットヘッド 110 ……ノズル
 120 ……静電アクチュエータ 121 ……振動板 (底壁) 122 ……セグメ
 ント電極 123 ……絶縁層 124 ……共通電極 124a ……入力端子 13
 0 ……ダンパ室 131 ……インク取入れ口 132 ……ダンパ 140 ……シ
 リコン基板 141 ……キャビティ 142 ……インク供給口 143 ……リザー
 ーバ 150 ……ノズルプレート 160 ……ガラス基板 161 ……凹部 1
 62 ……対向壁 170 ……基体 200 ……圧電素子 201 ……積層圧電素
 子 202、222、230、240 ……ノズルプレート 203、223、2
 31、241 ……ノズル 204 ……金属プレート 205 ……接着フィルム
 206 ……連通口形成プレート 207、242 ……キャビティプレート 20
 8、221、233、245 ……キャビティ 209、246 ……リザーバ 2
 10、247 ……インク供給口 211 ……インク取り入れ口 212、243
 ……振動板 213 ……下部電極 214 ……上部電極 215 ……ヘッドドラ
 イブ 220 ……基板 224 ……電極 232 ……スペーサ 234 ……第1
 電極 235 ……第2電極 244 ……中間層 248 ……外部電極 249 ……
 …内部電極 300、300' ……ワイパ 301、301a ~ 301d ……ワ
 イピング部材 310、310a ~ 310d ……キャップ 320 ……チューブ
 ポンプ (回転式ポンプ) 321 …… (可撓性) チューブ 322 ……回転体
 322a ……軸 323 ……ローラ 325a ~ 325d ……分岐チューブ 3
 26a ~ 326d ……バルブ 330 ……インク吸収体 340 ……排インクカ
 ートリッジ 350 ……ガイド部材 351 ……ガイド 410 ……支持板 4
 20 ……基板 430 ……外壁 431 ……隔壁 433 ……ノズルプレート (前板)
 440 ……天板 441 ……インク取り入れ口 450 ……発熱体 4
 51 ……保護膜 (キャビテーション膜) 460 ……凹部 461 ……振動板
 462 ……対向電極 470 ……共通電極 471 ……セグメント電極 475
 ……導体 746 ……導体 480 ……気泡 P ……記録用紙 S101 ~ S1

1 1、S 2 0 1 ~ S 2 1 1、S 4 0 1 ~ S 4 0 8、S 5 0 1 ~ S 5 0 6、S 6 0
1 ~ S 6 0 9、S 7 0 1 ~ S 7 0 7、S 8 0 1 ~ S 8 1 1、S 9 0 1 ~ S 9 0 7
.....ステップ

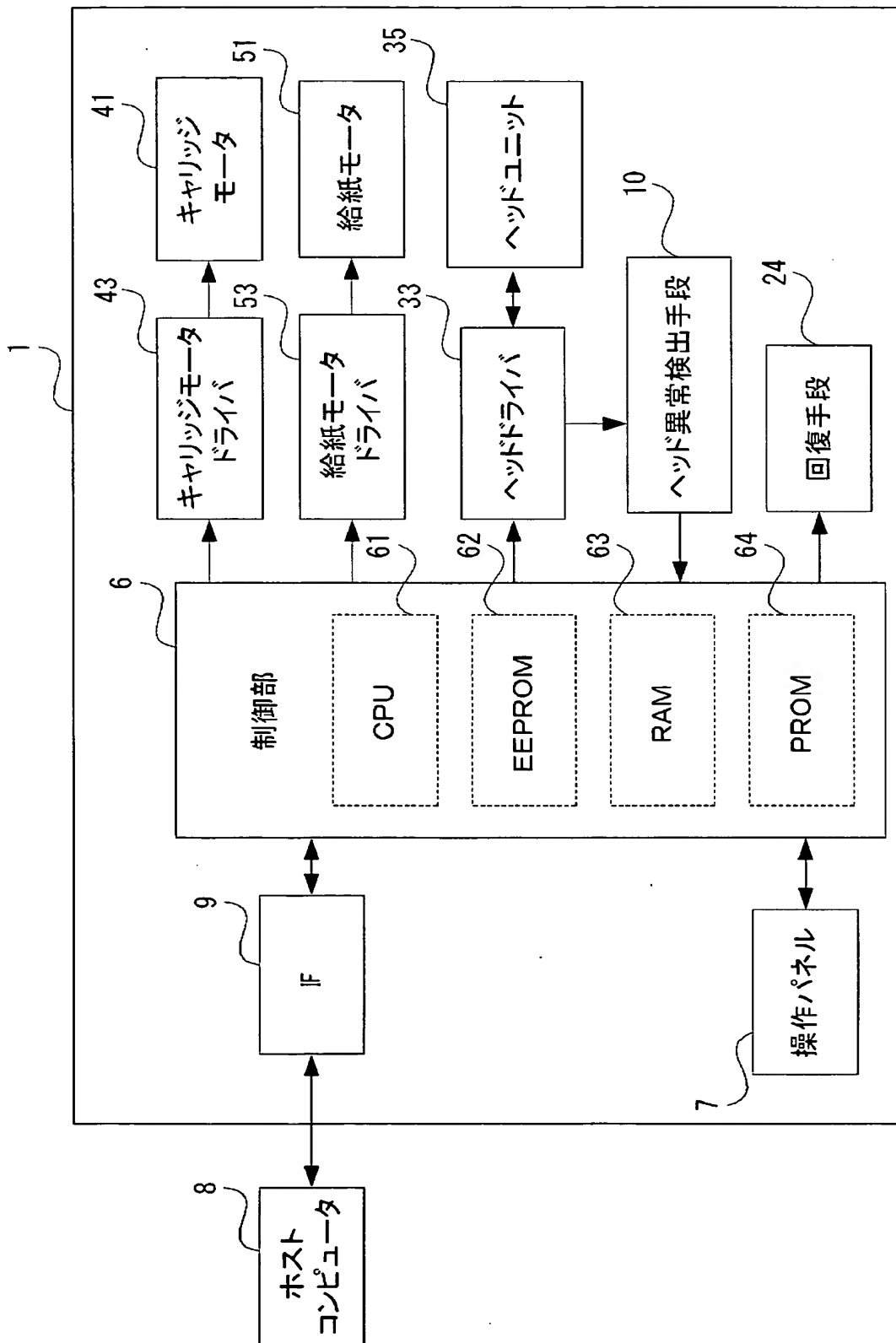
【書類名】

図面

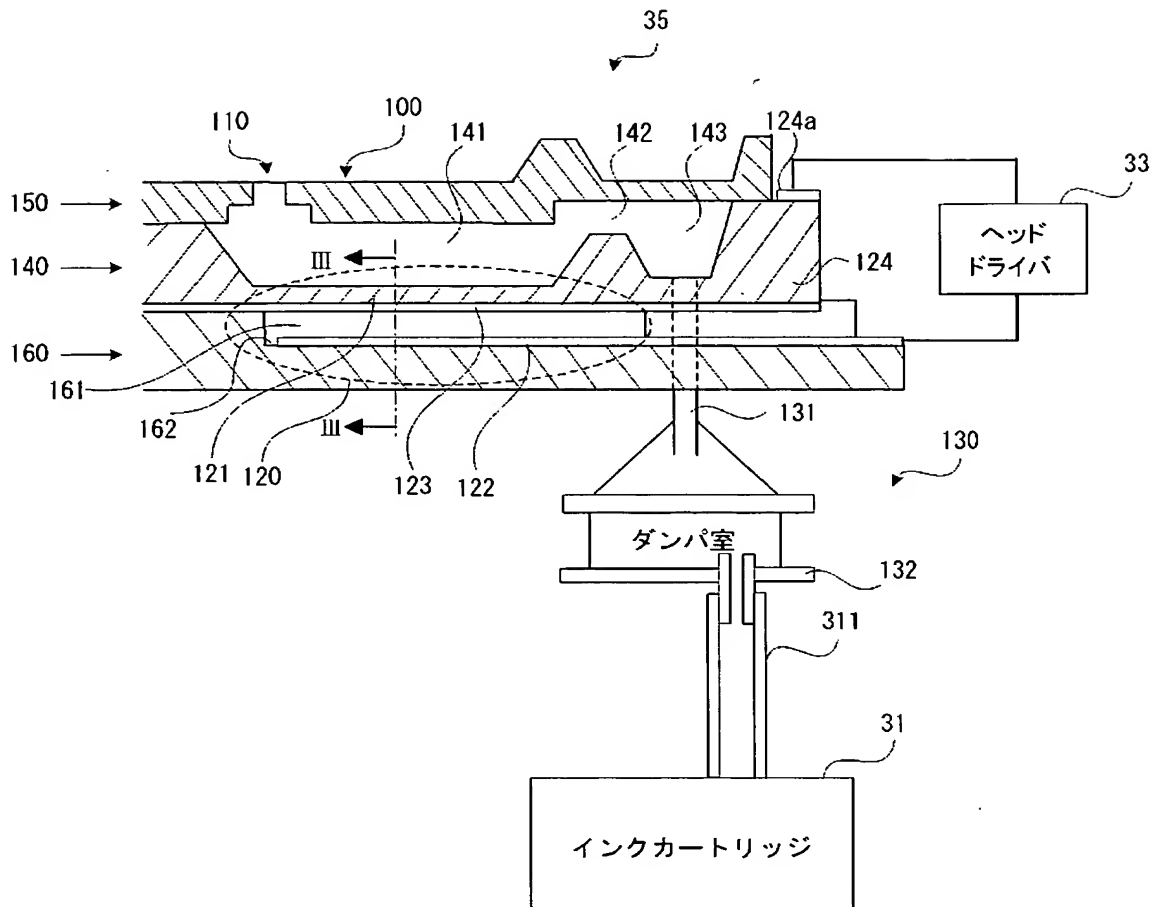
【図 1】



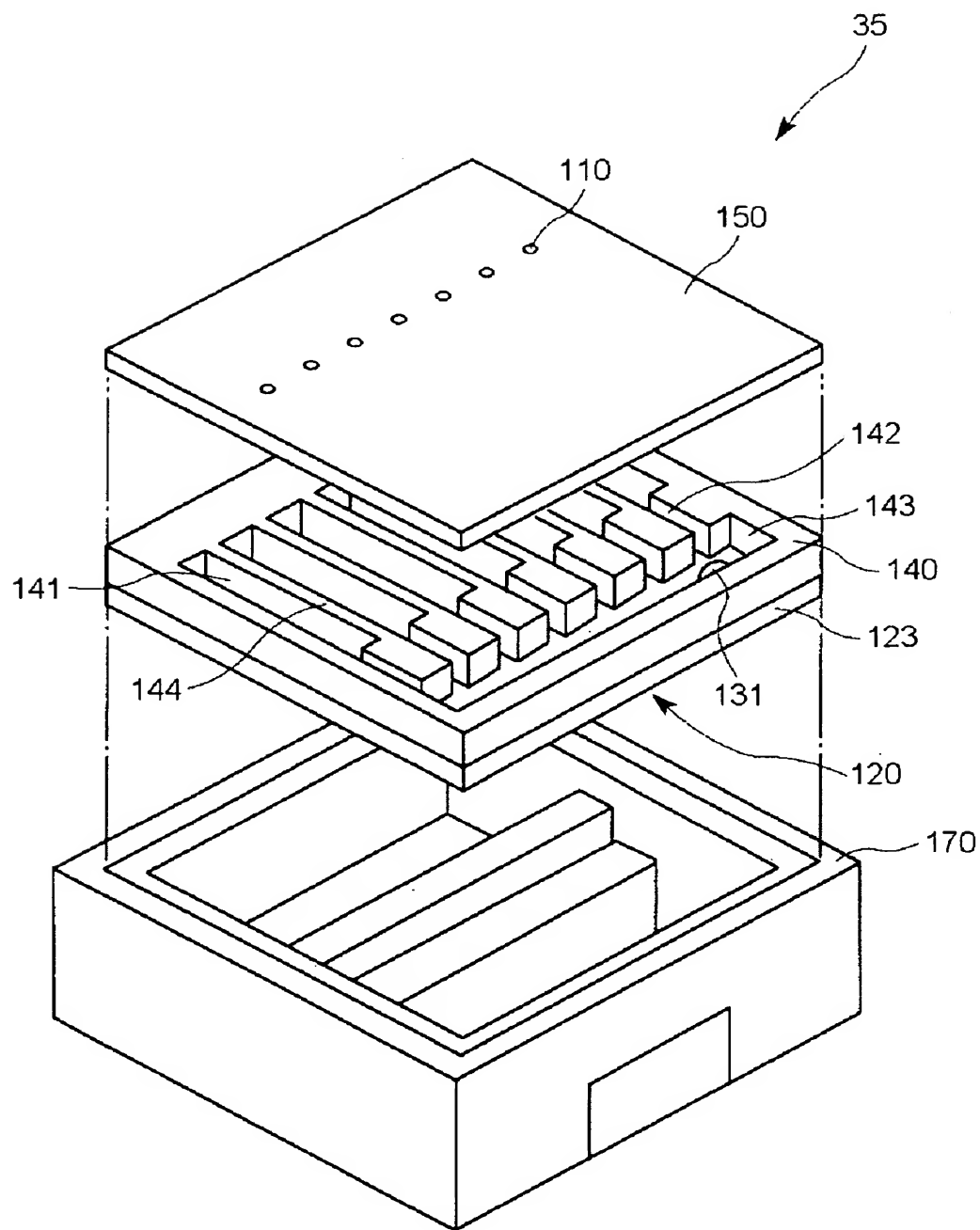
【図 2】



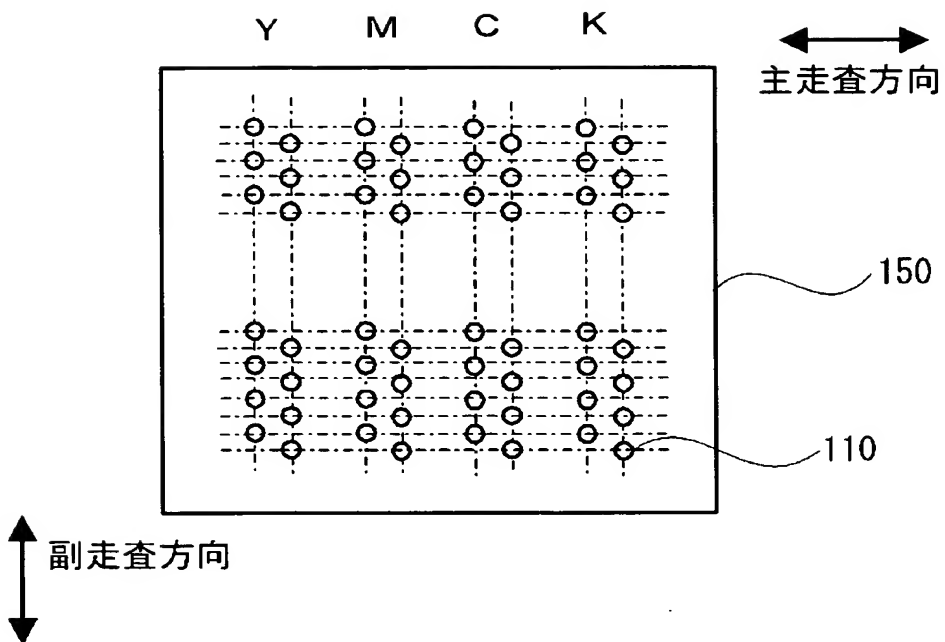
【図 3】



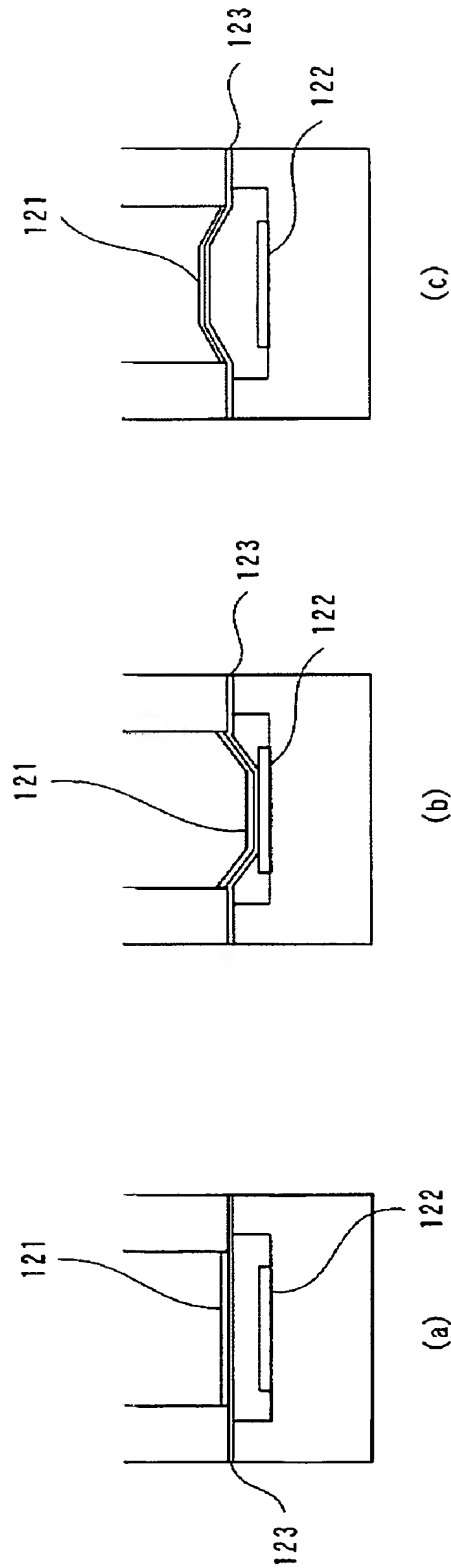
【図 4】



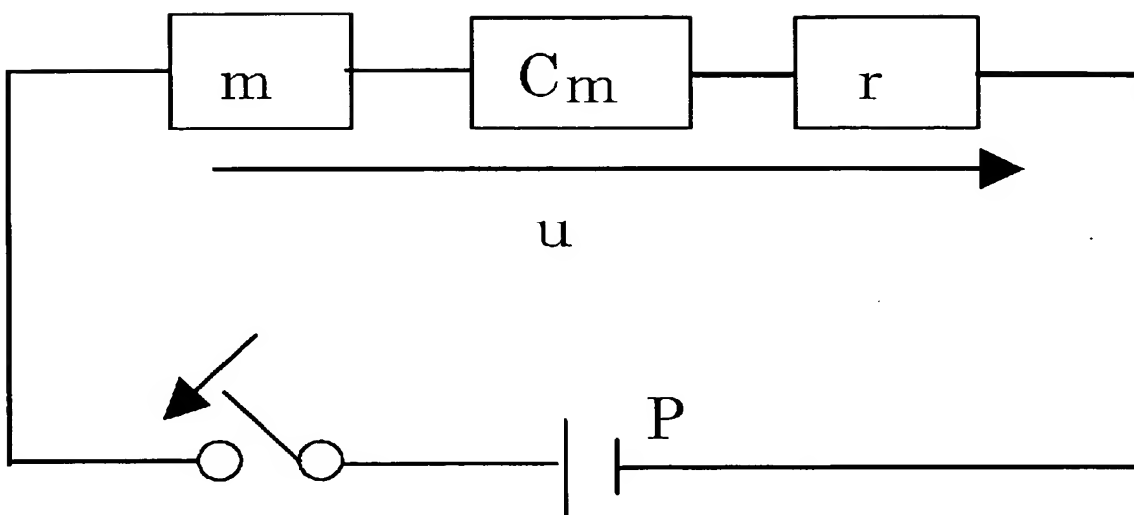
【図 5】



【図 6】

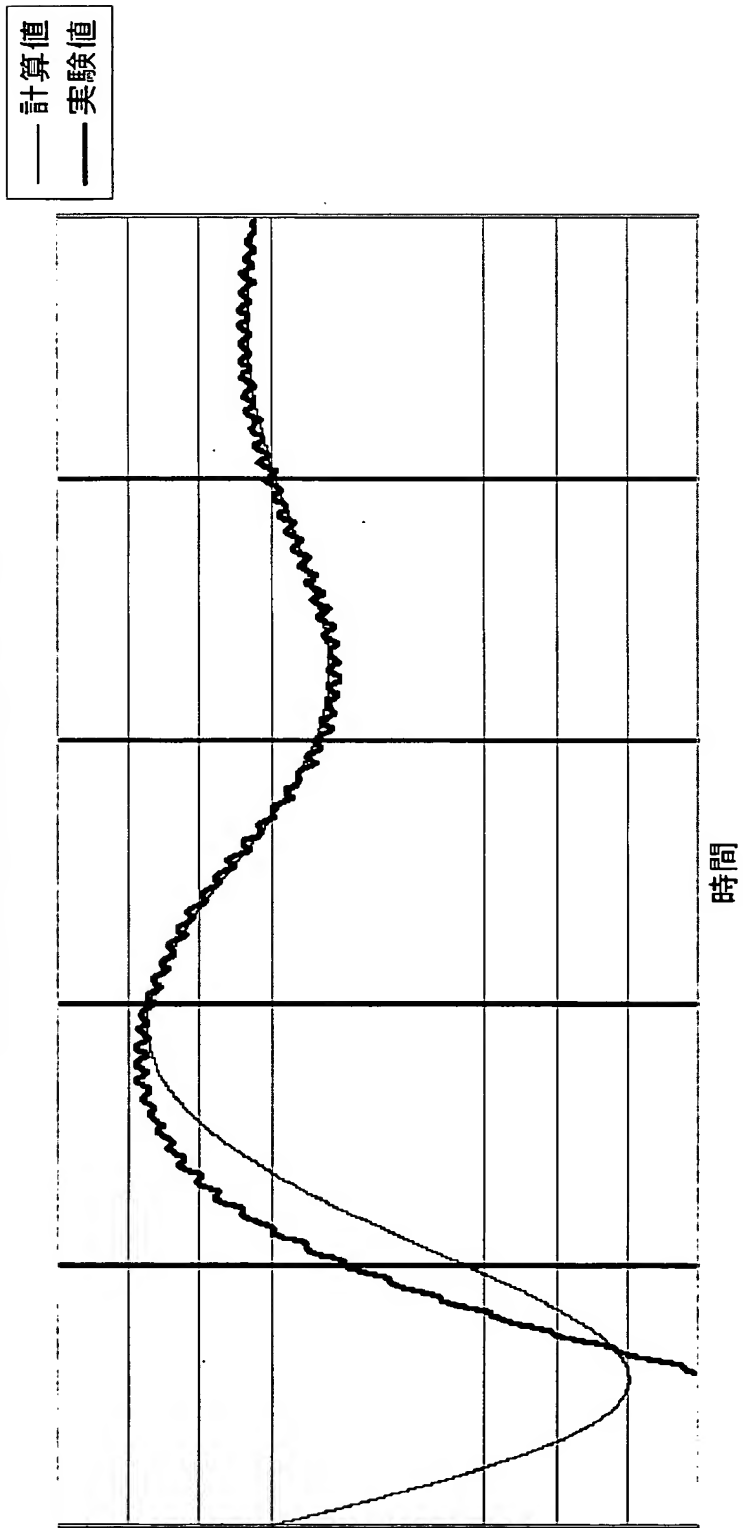


【図 7】

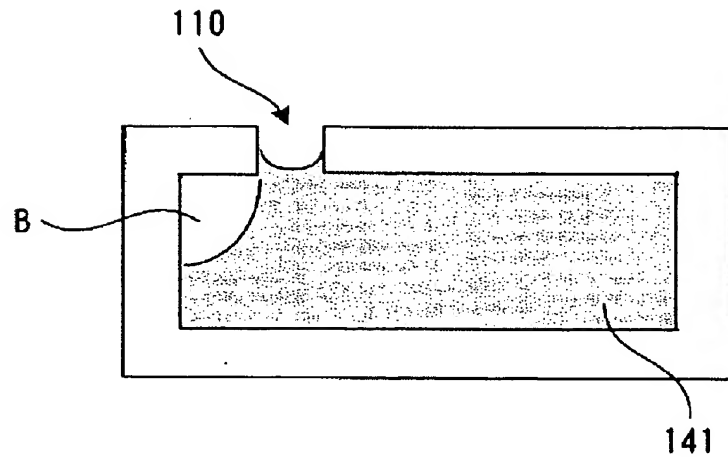


【図 8】

残留振動の実験値と計算値(正常時)

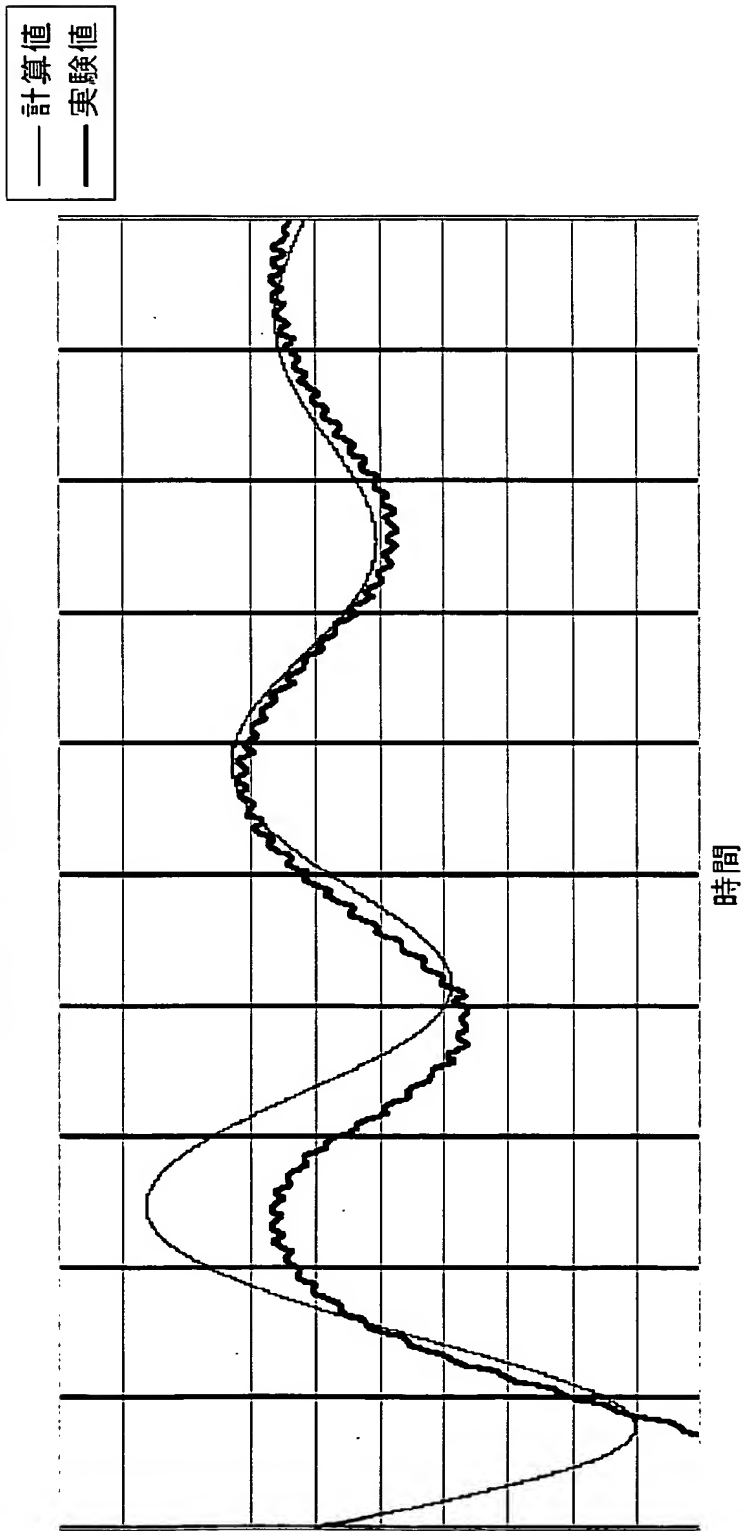


【図 9】

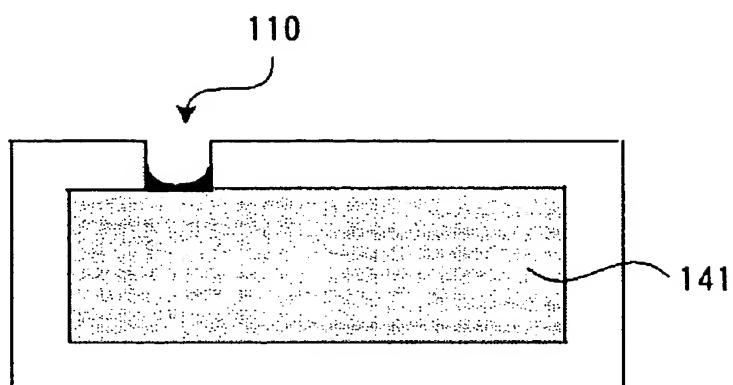


【図 1 0】

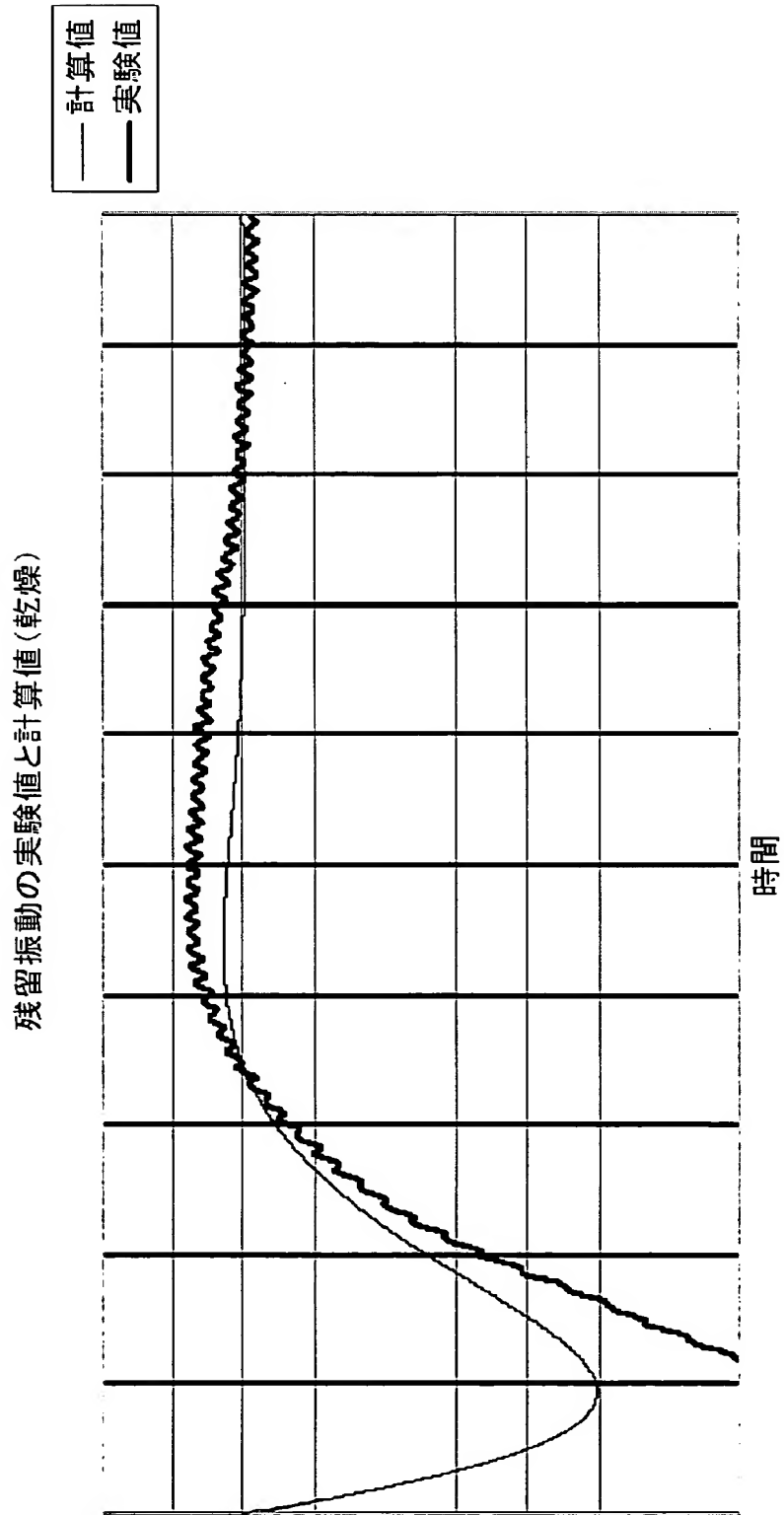
残留振動の実験値と計算値(気泡)



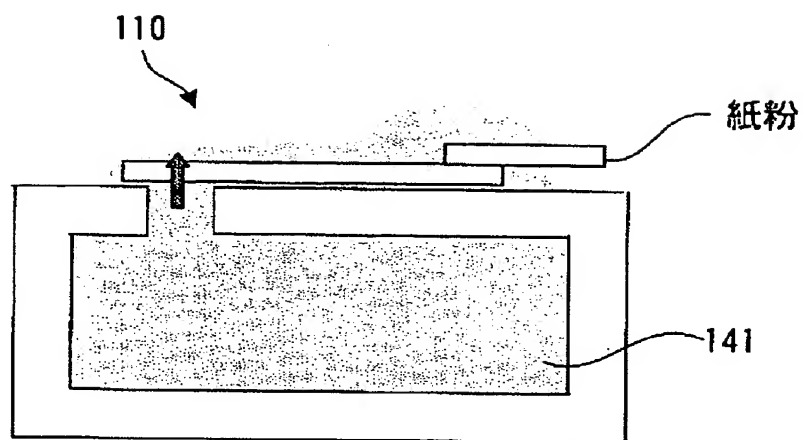
【図 11】



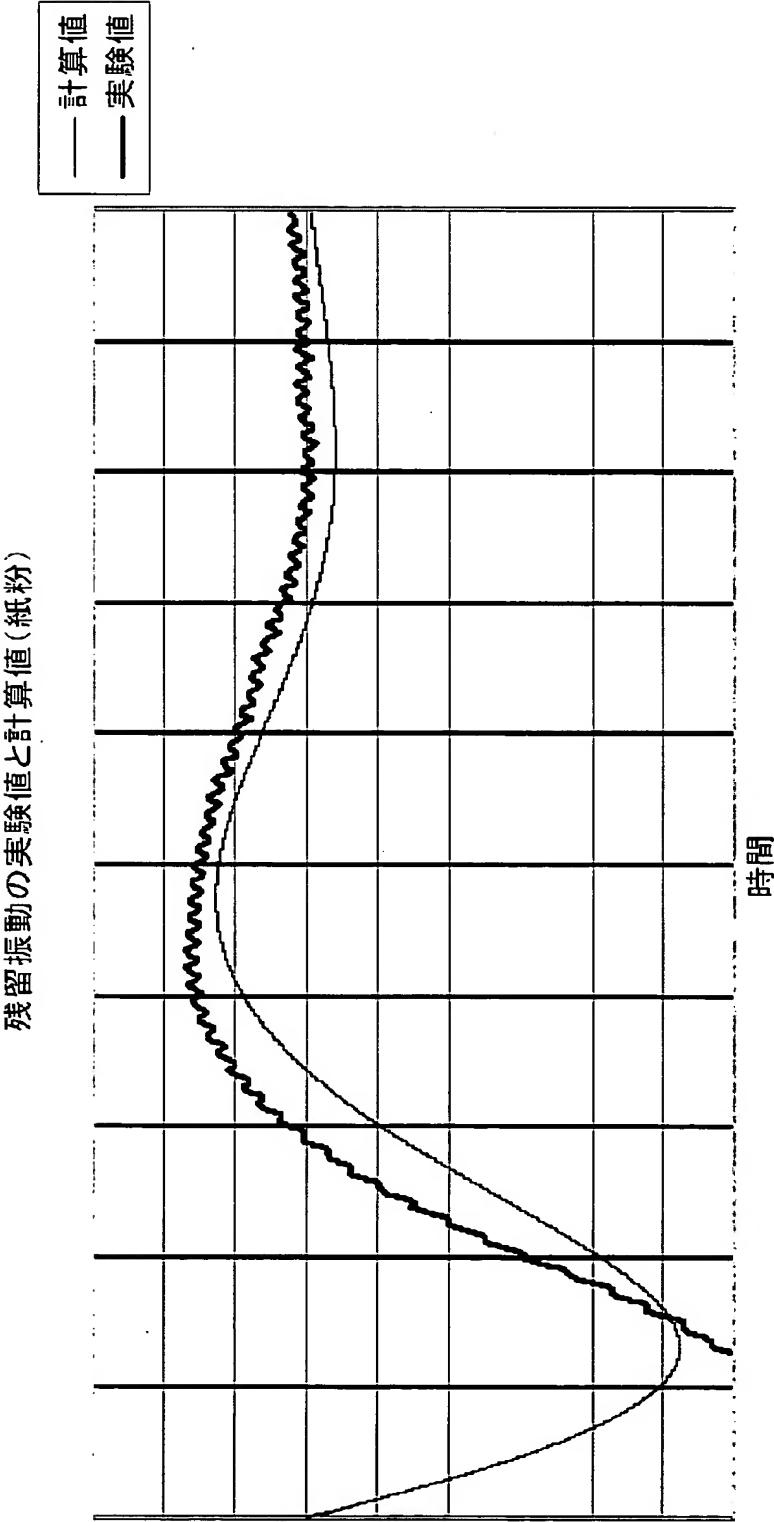
【図 1 2】



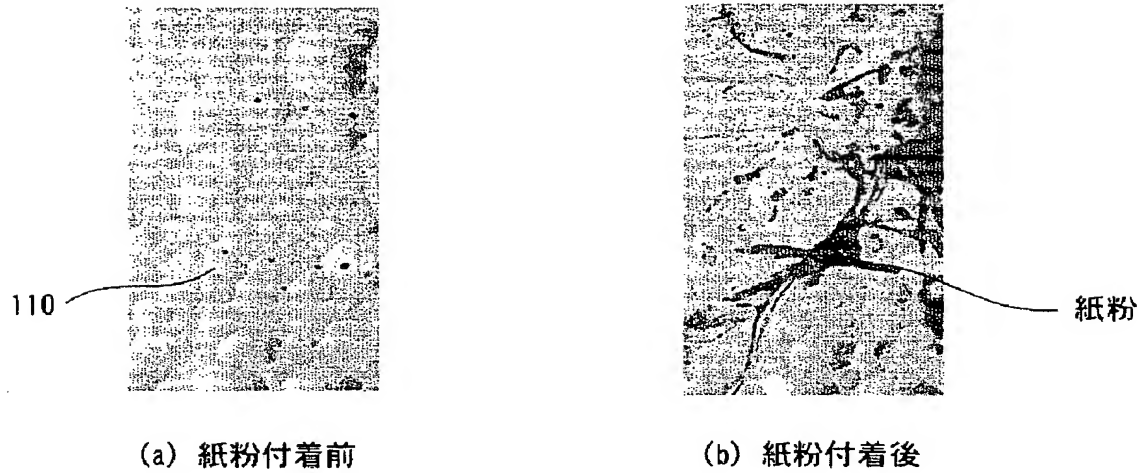
【図 13】



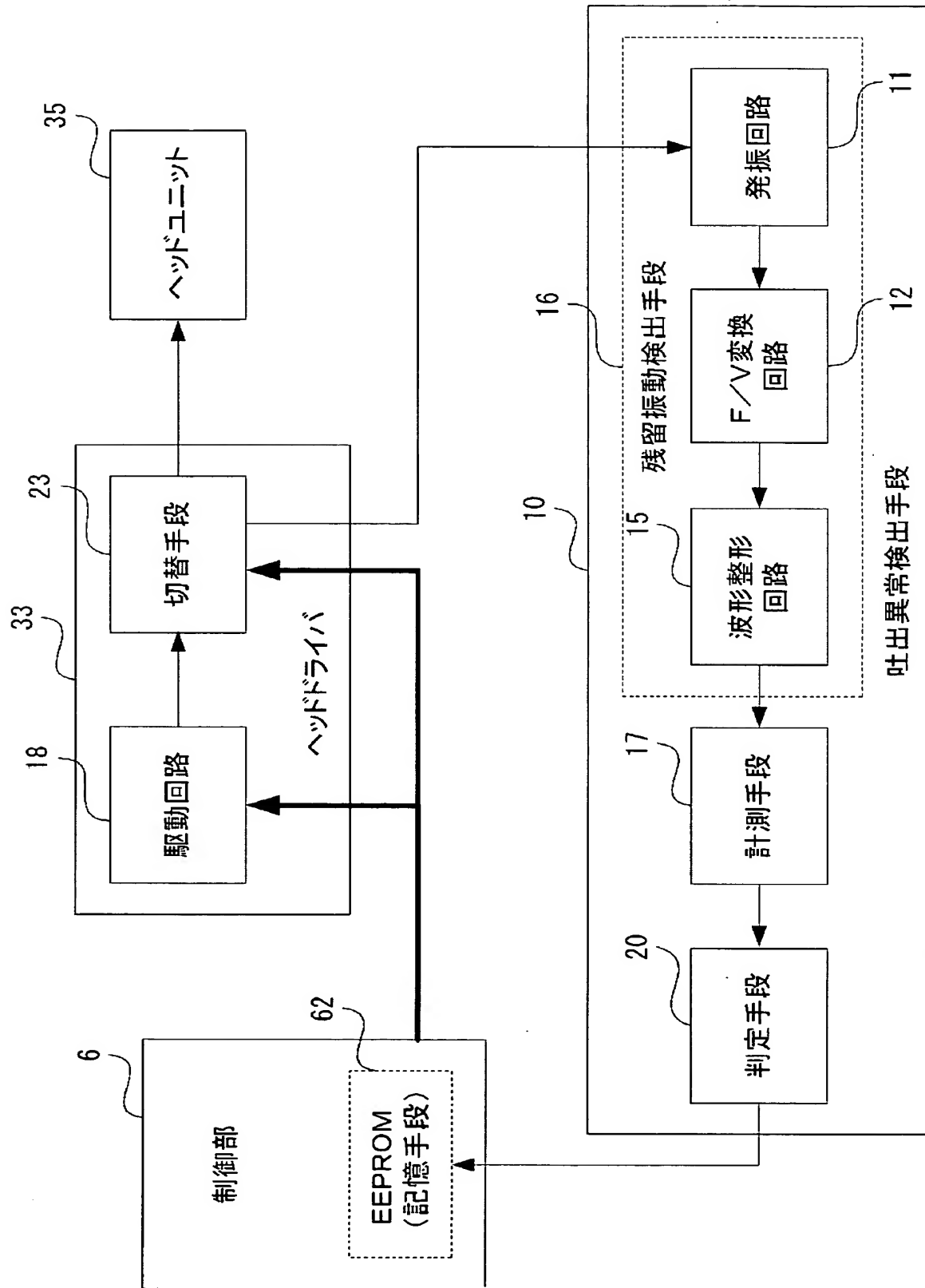
【図 1 4】



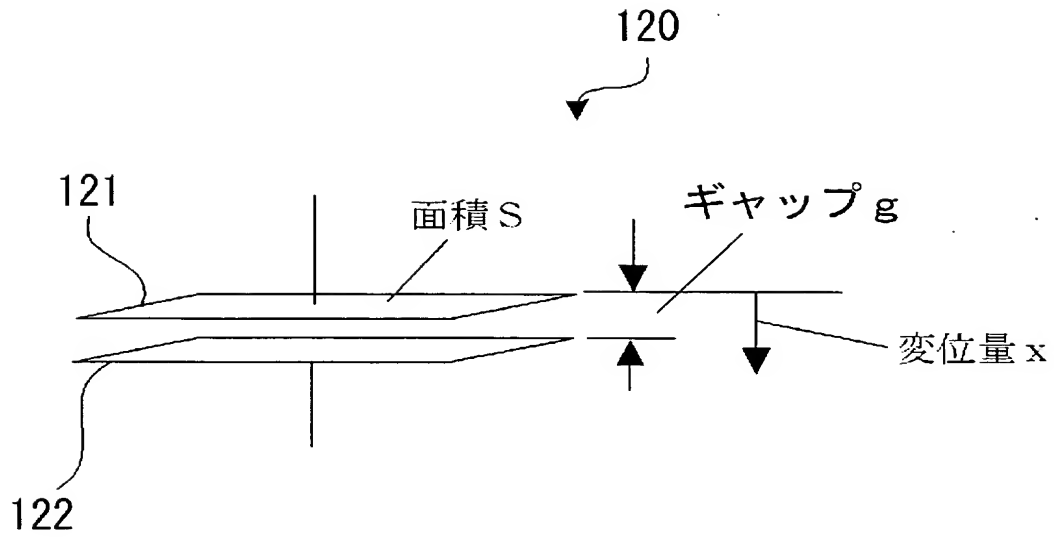
【図 15】



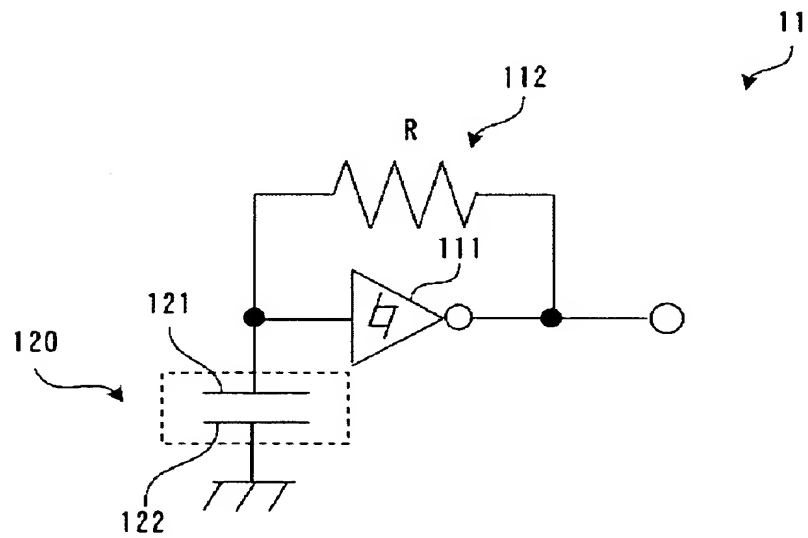
【図 16】



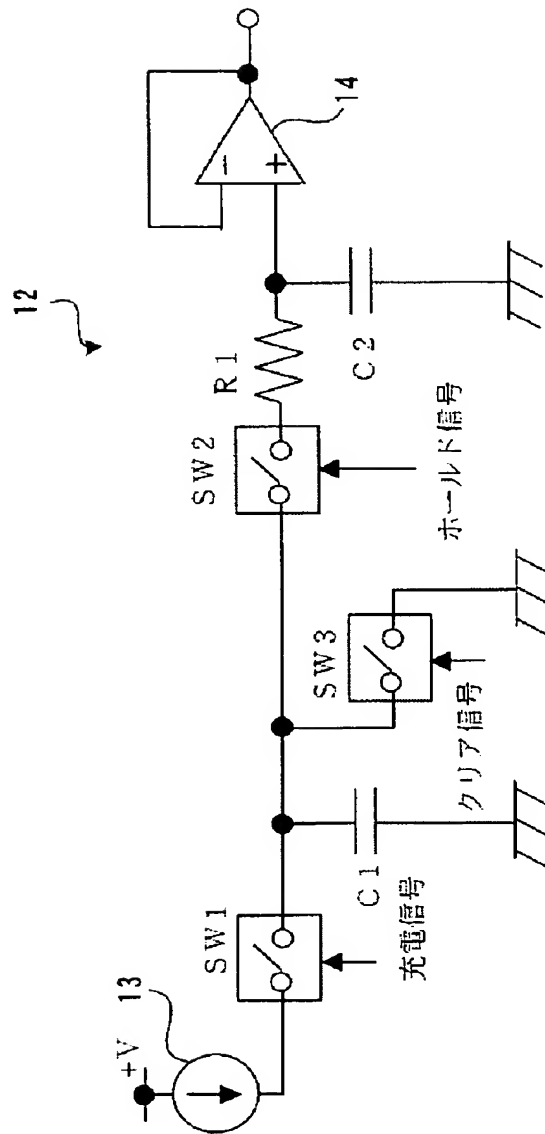
【図 17】



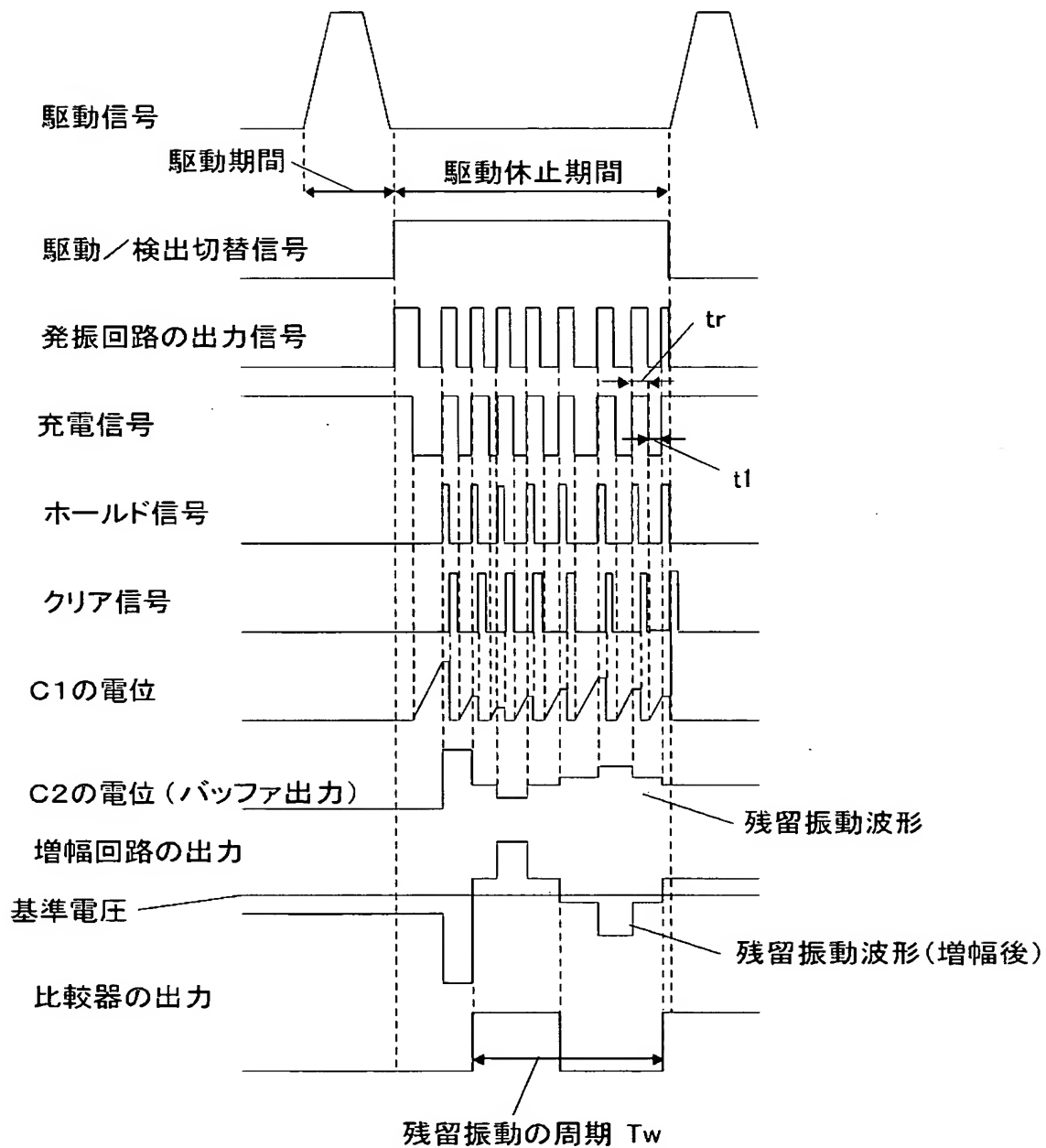
【図 18】



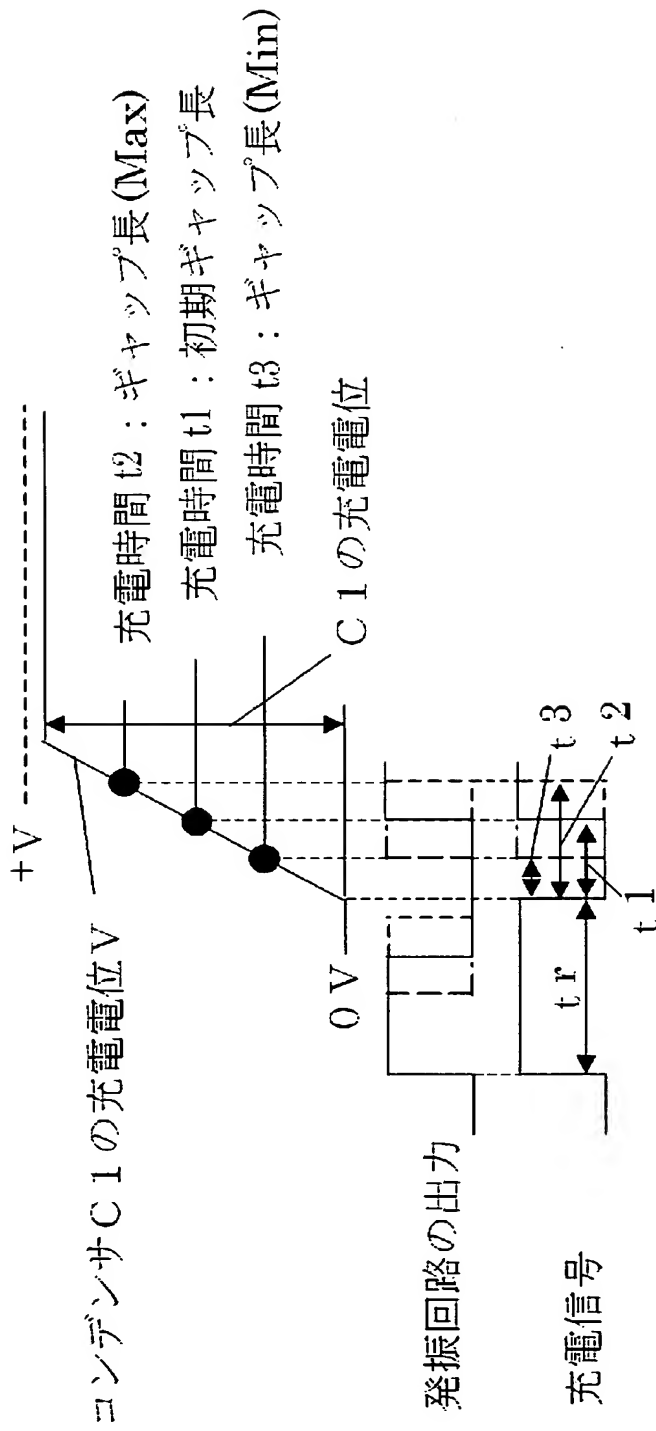
【図 19】



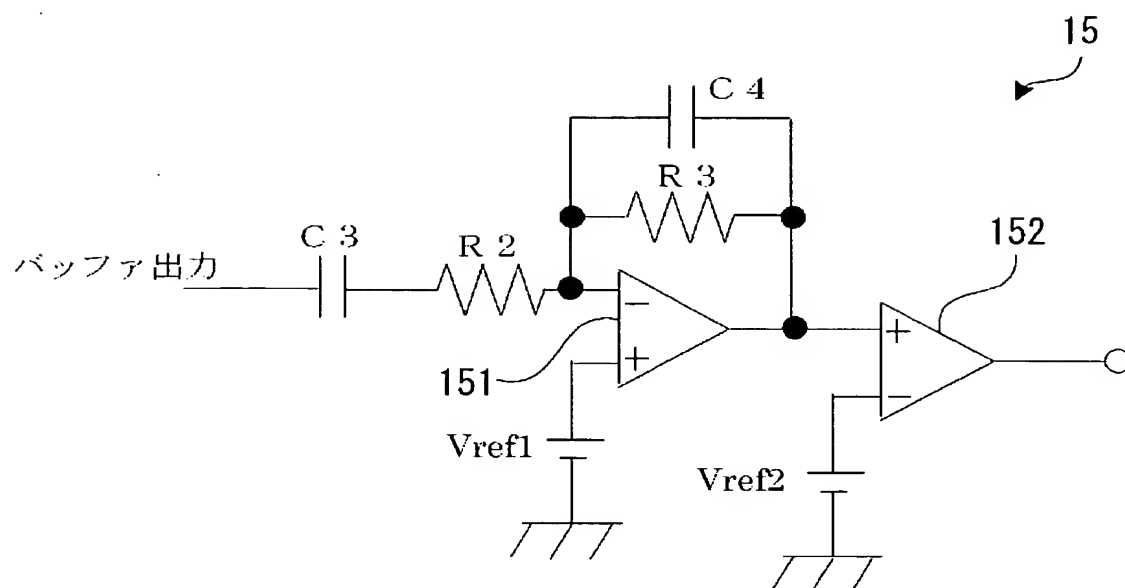
【図 20】



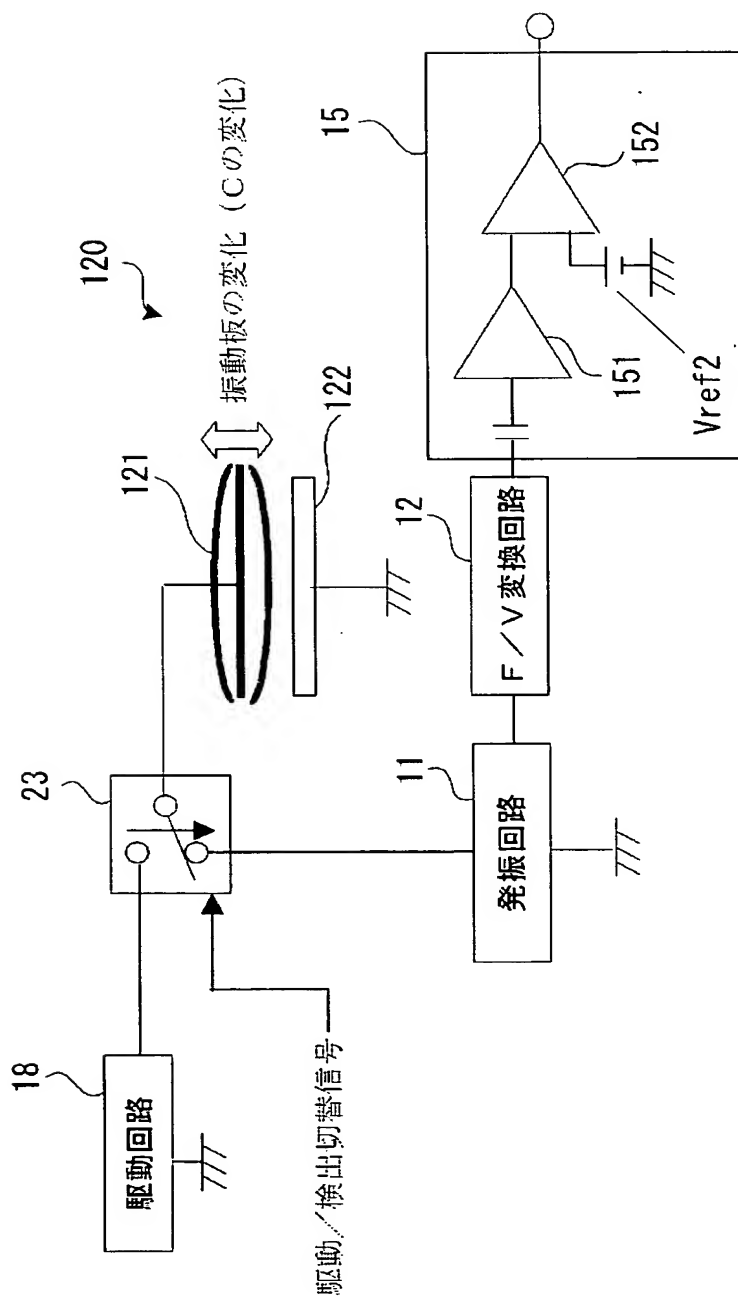
【図 21】



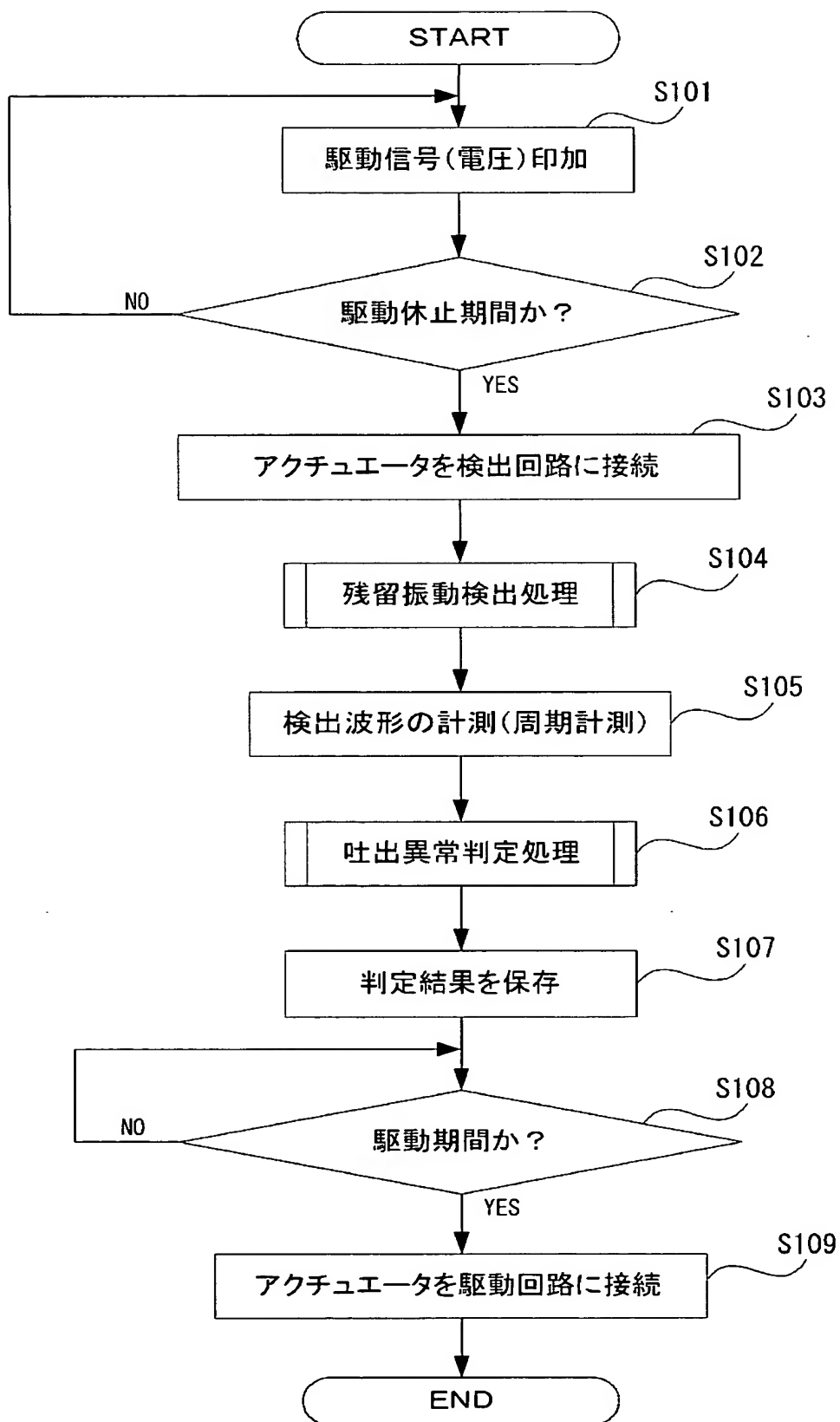
【図 22】



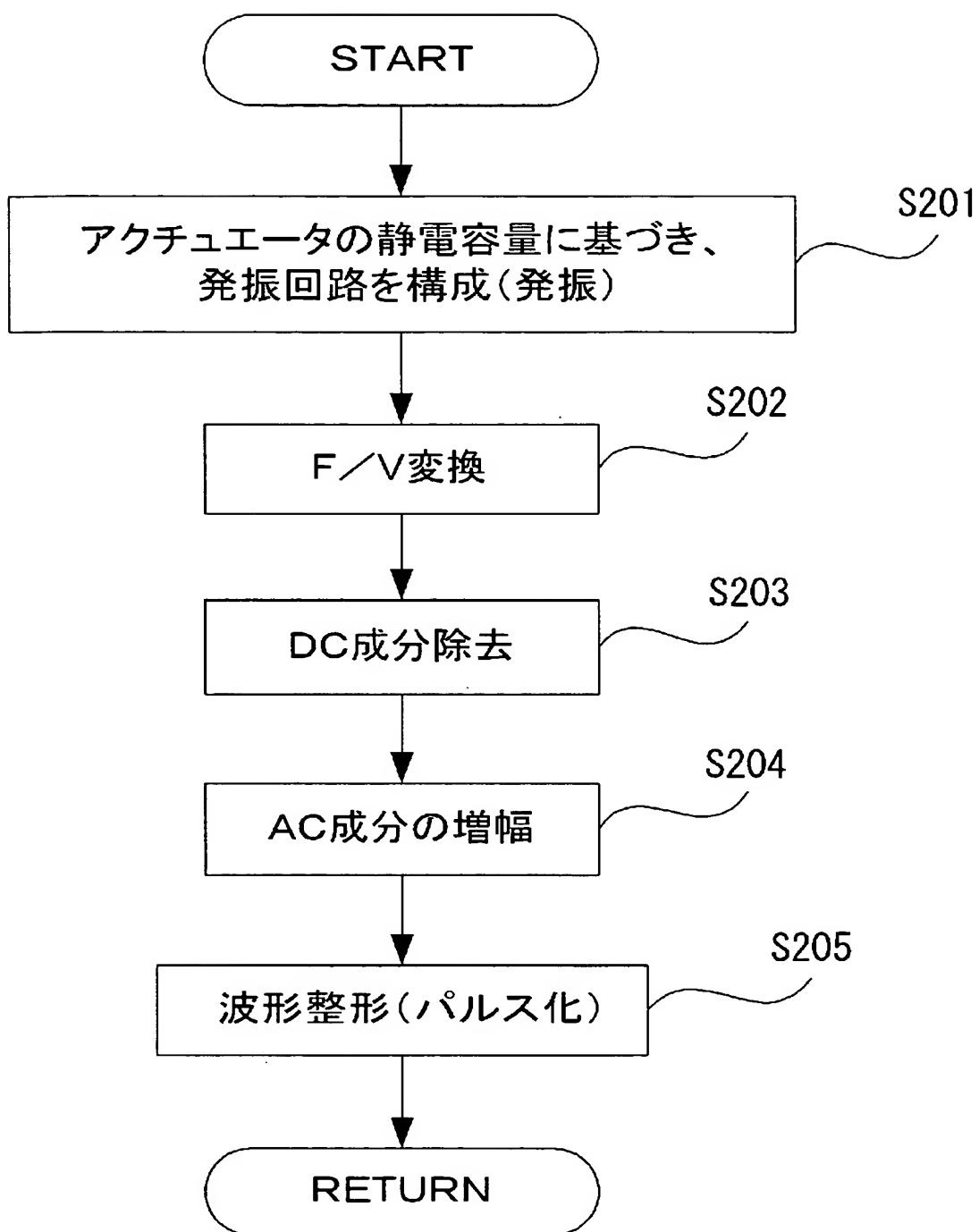
【図 23】



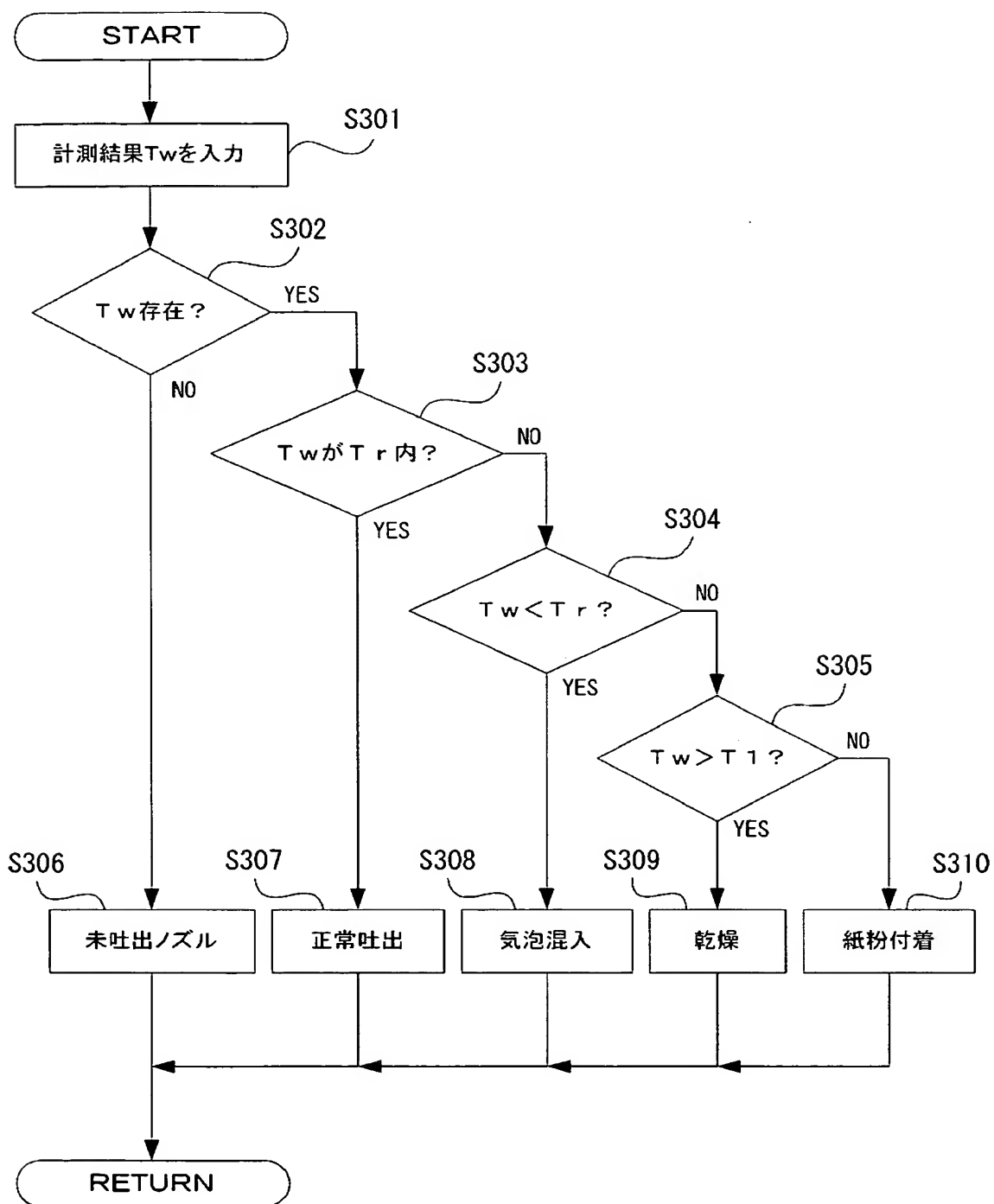
【図 24】



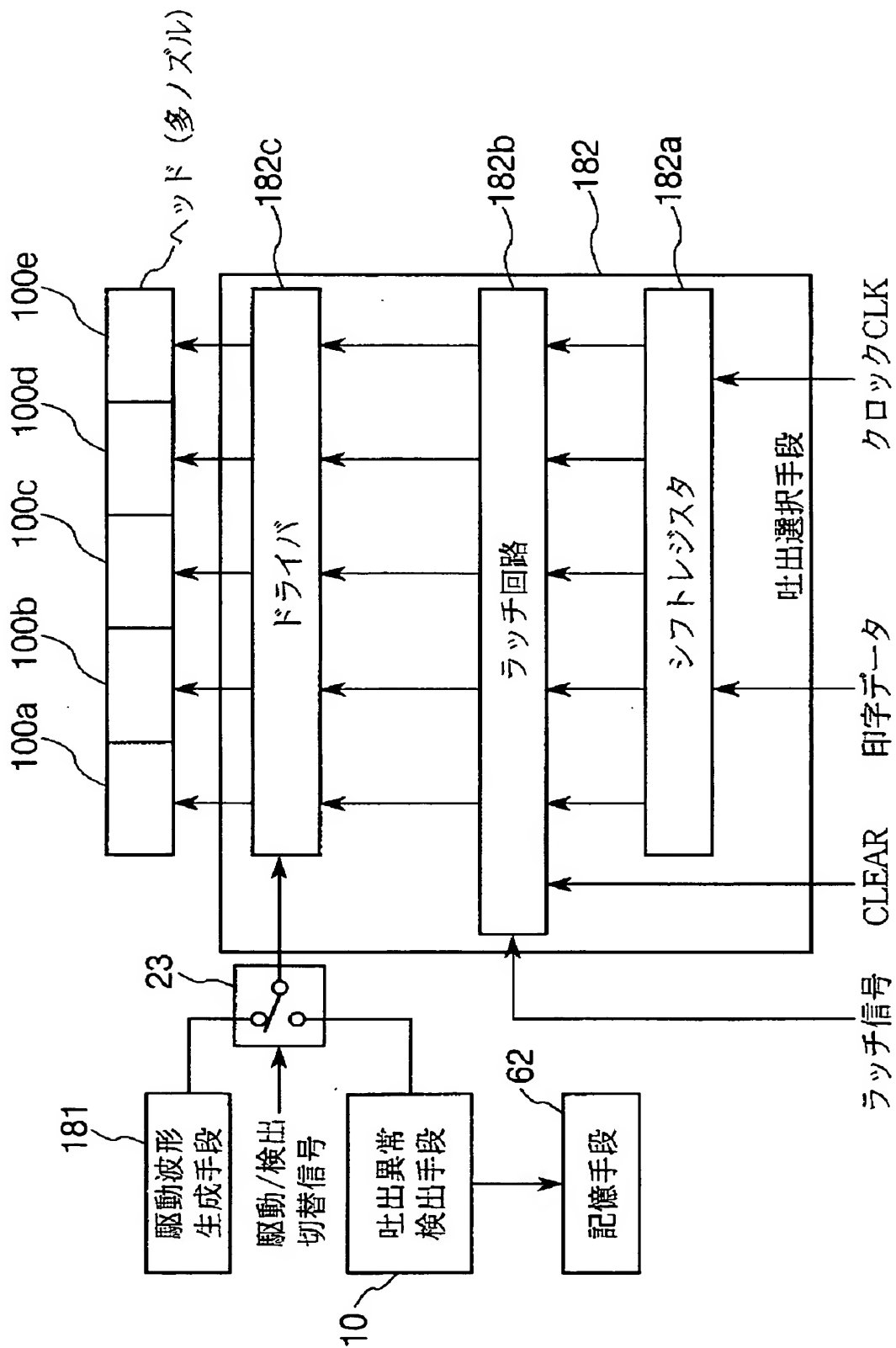
【図 25】



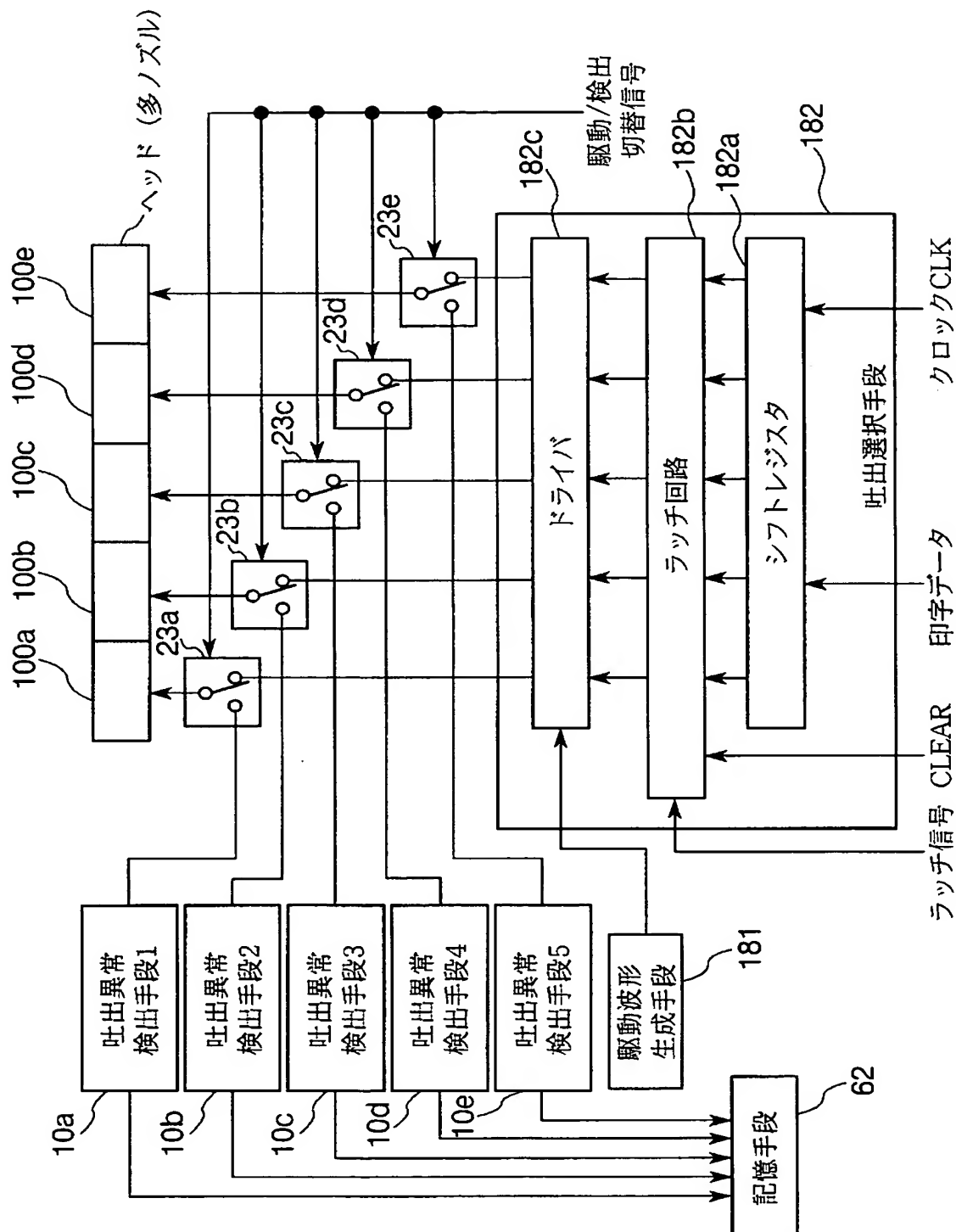
【図 26】



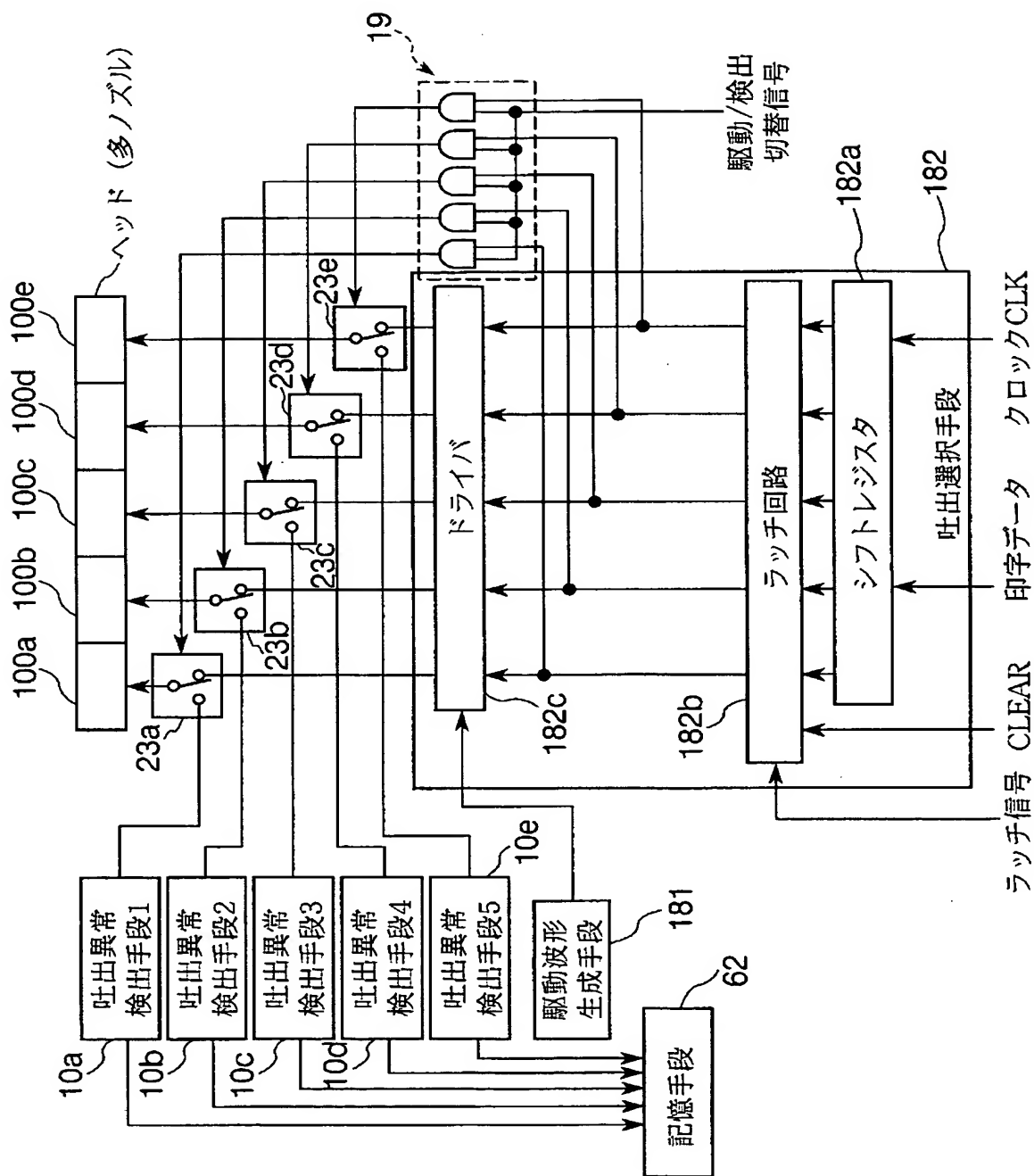
【図 27】



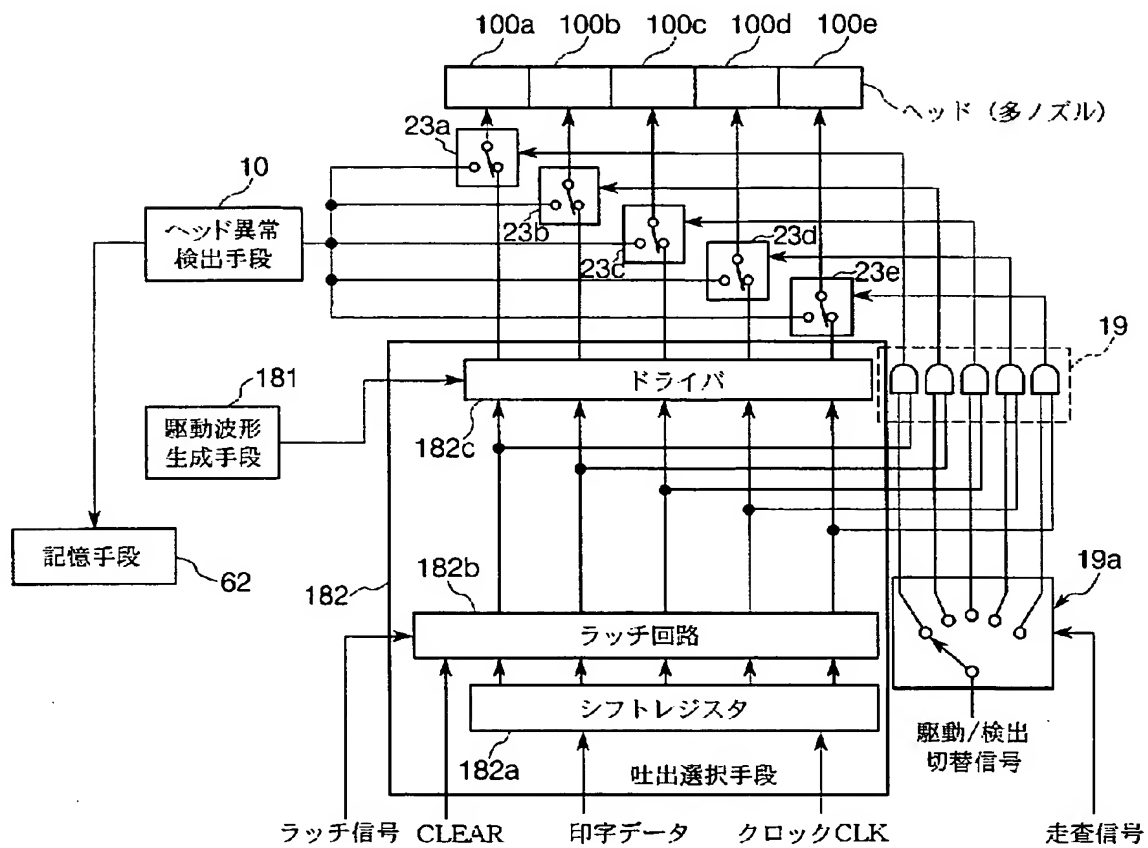
【図 28】



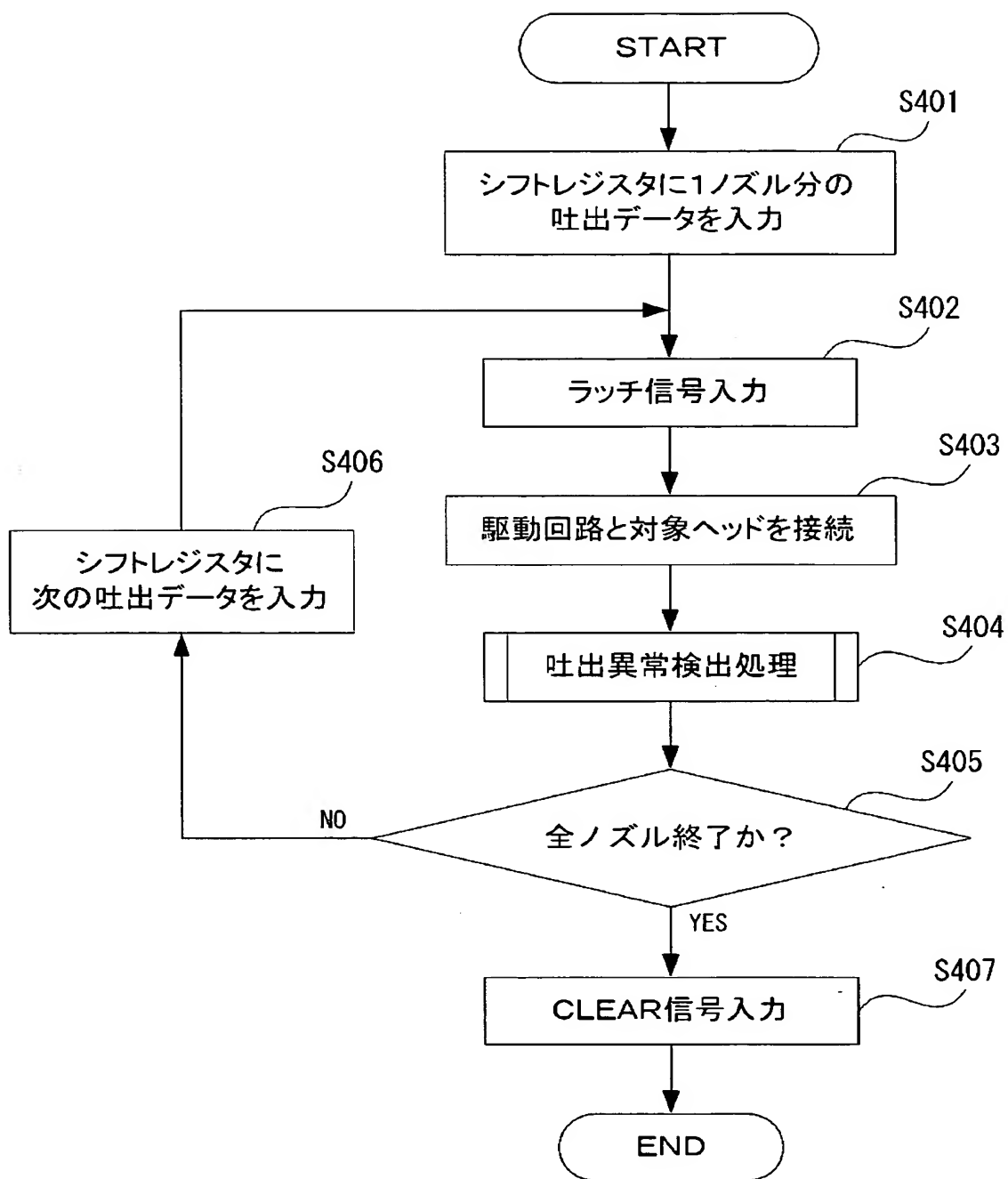
【図 29】



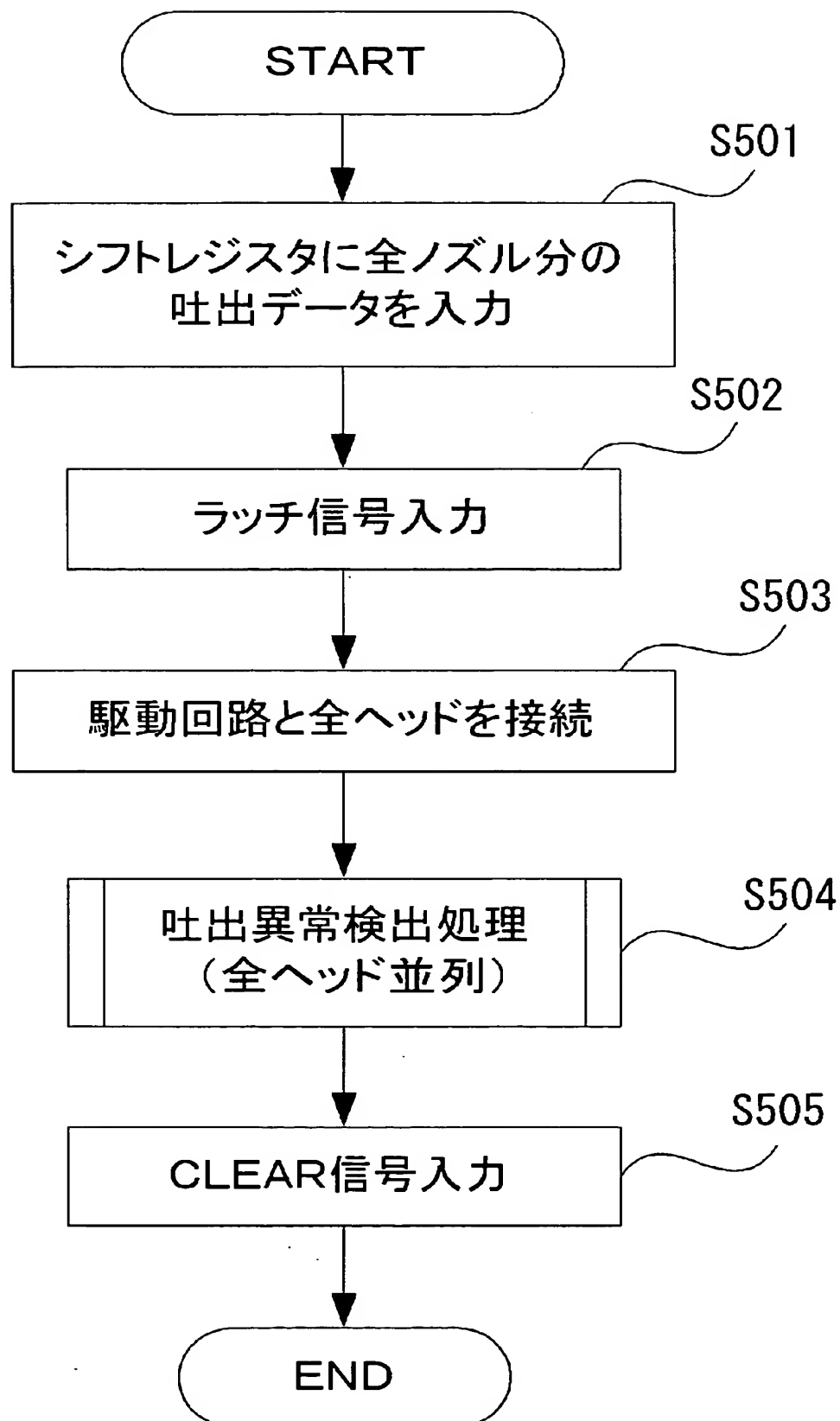
【図 30】



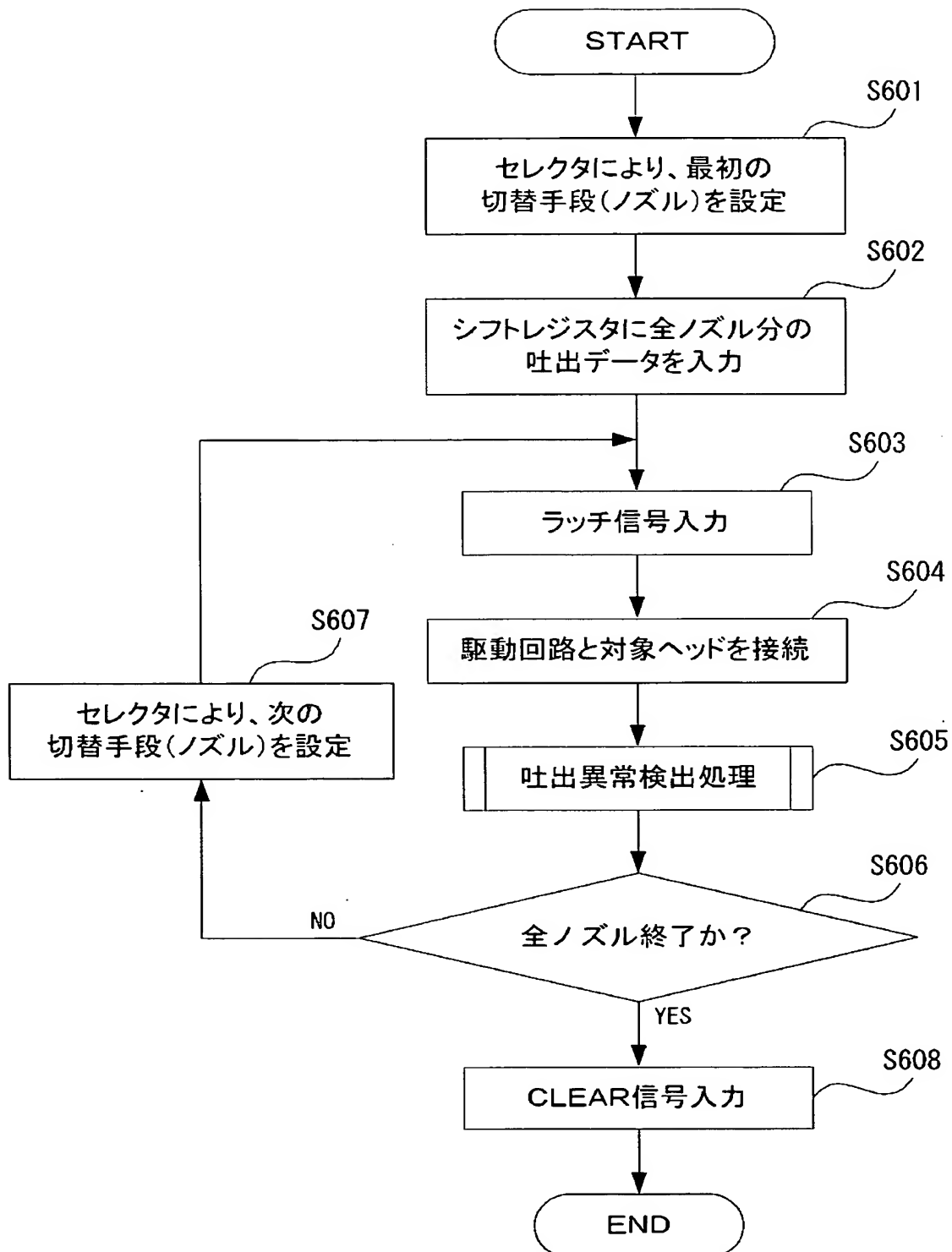
【図 31】



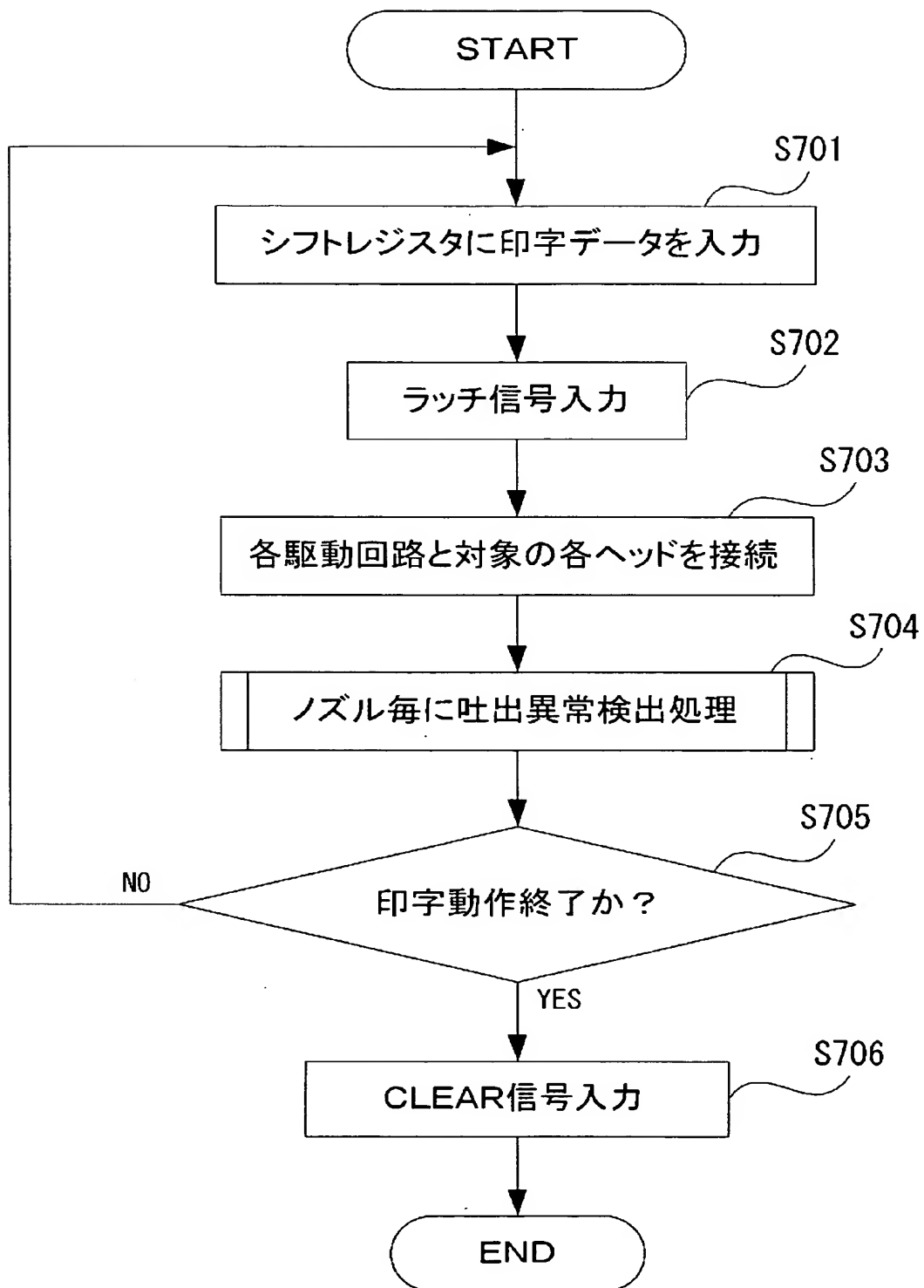
【図 32】



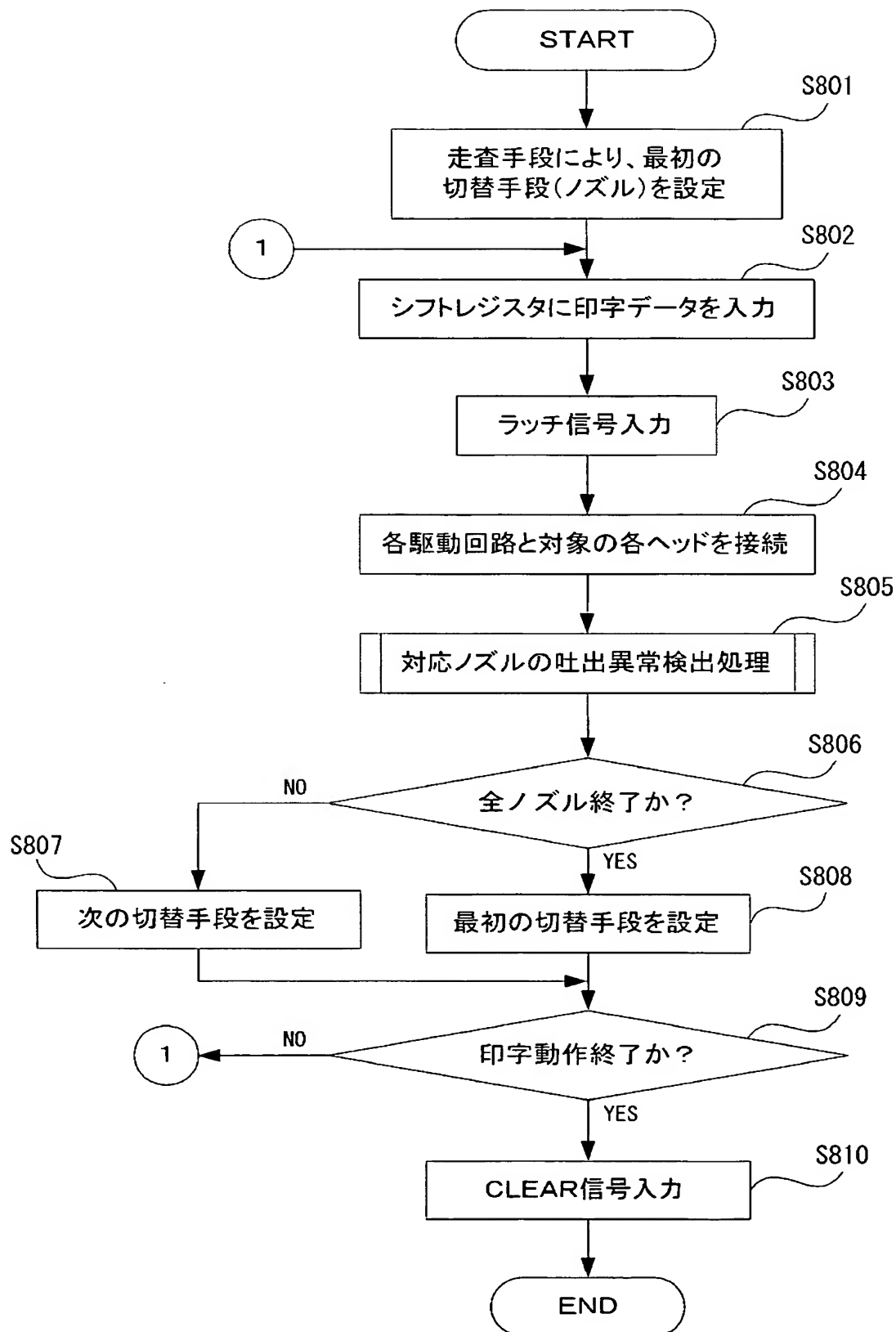
【図 33】



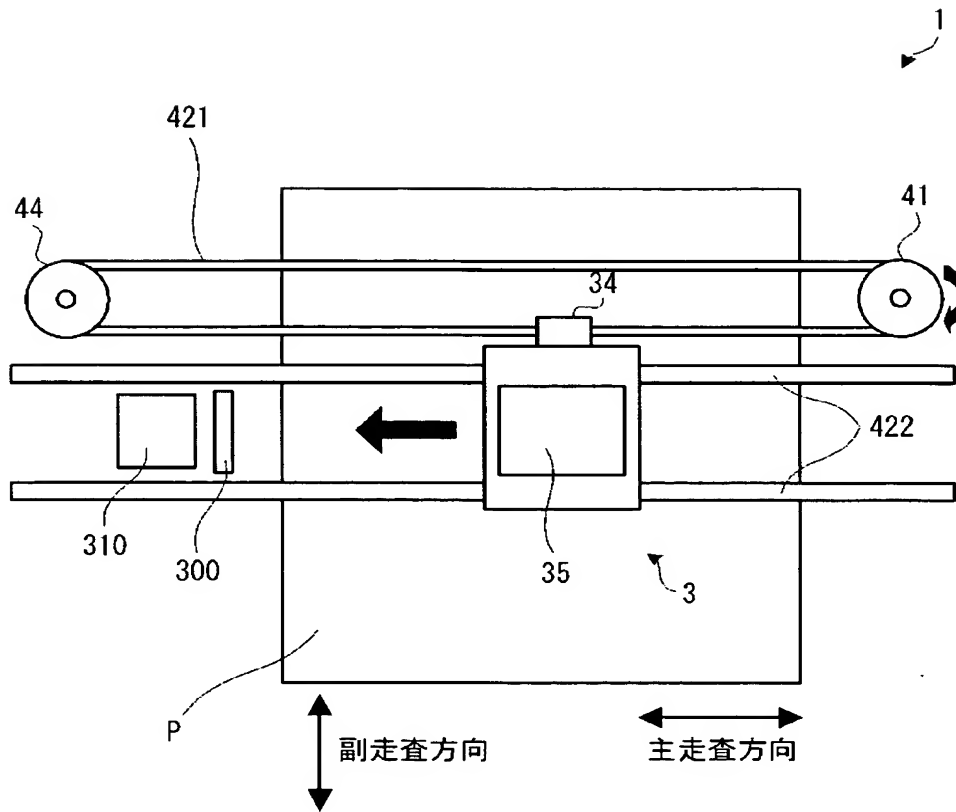
【図 3 4】



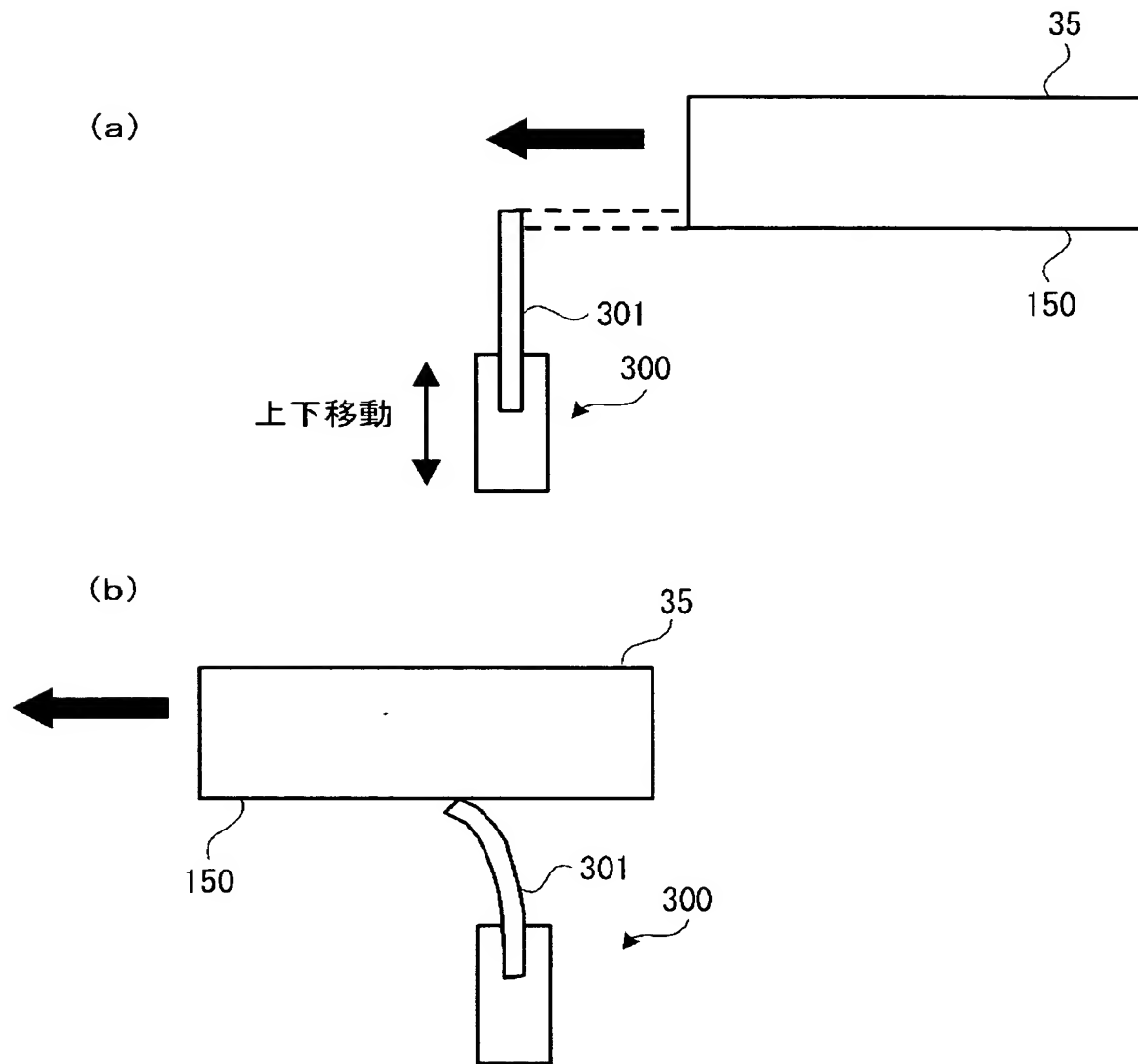
【図 35】



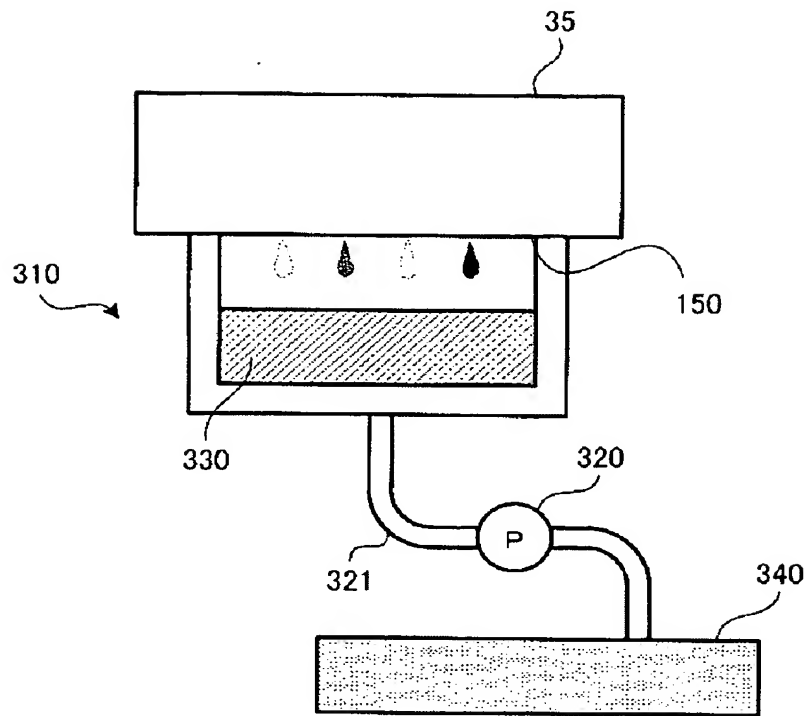
【図 36】



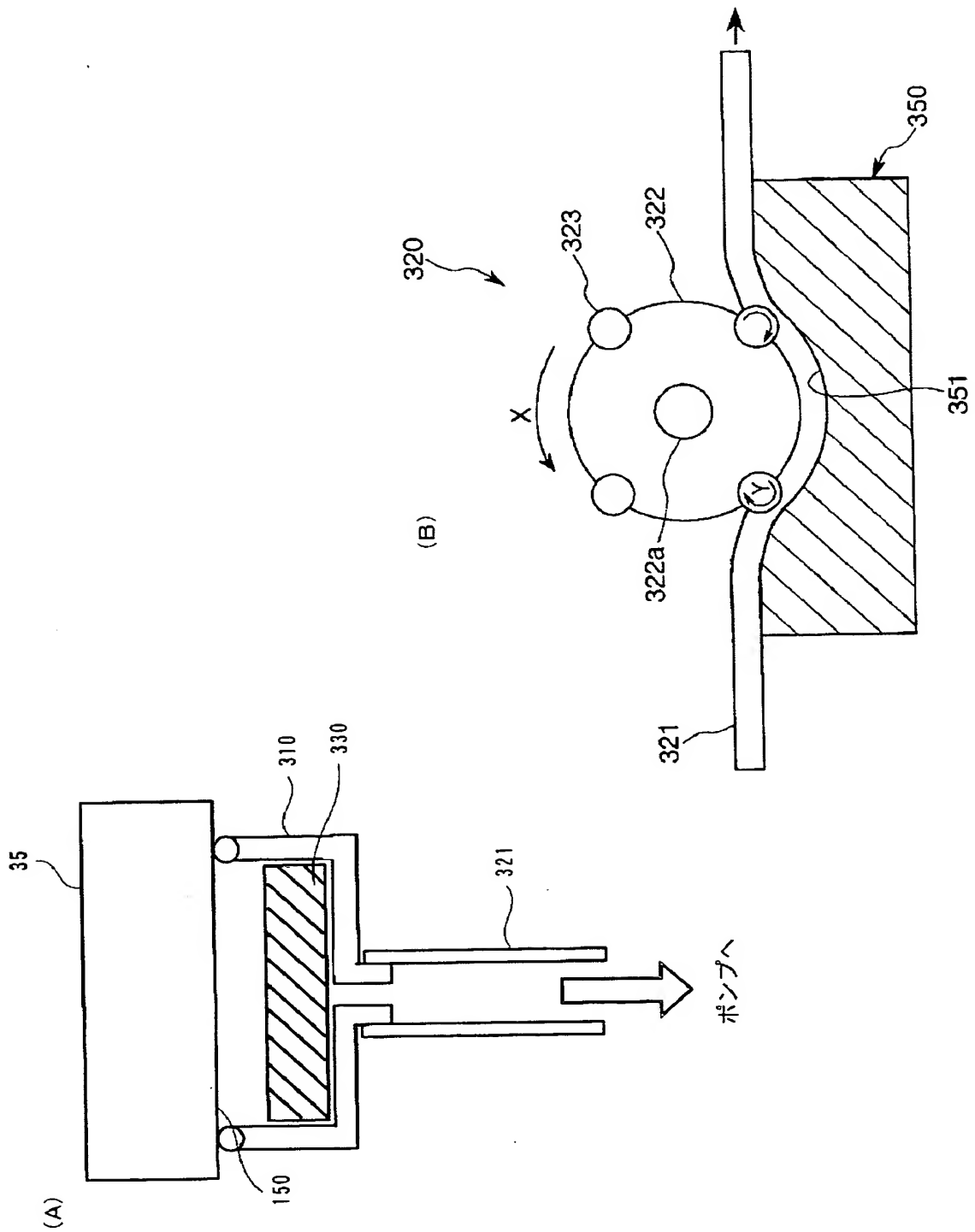
【図 3 7】



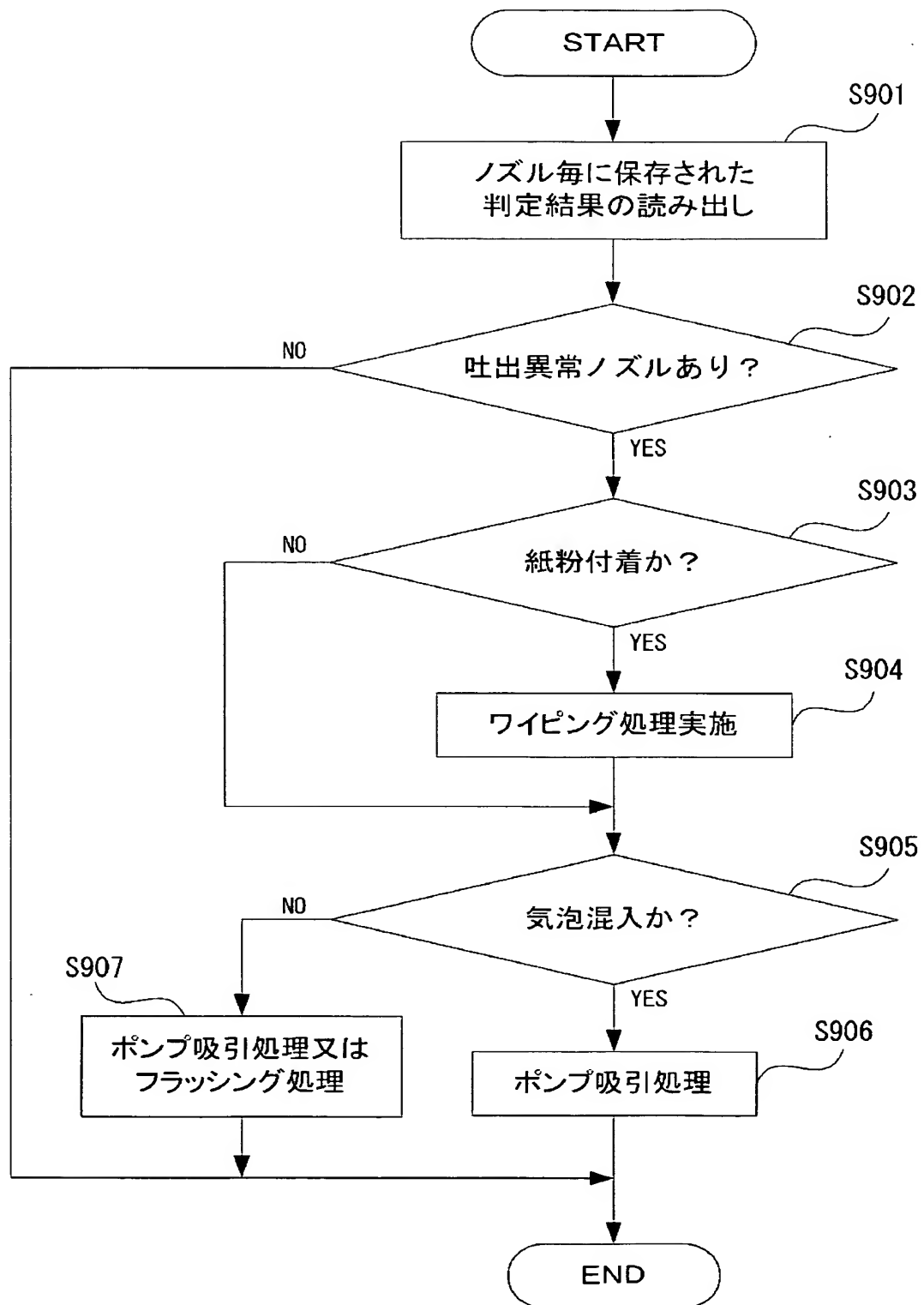
【図 38】



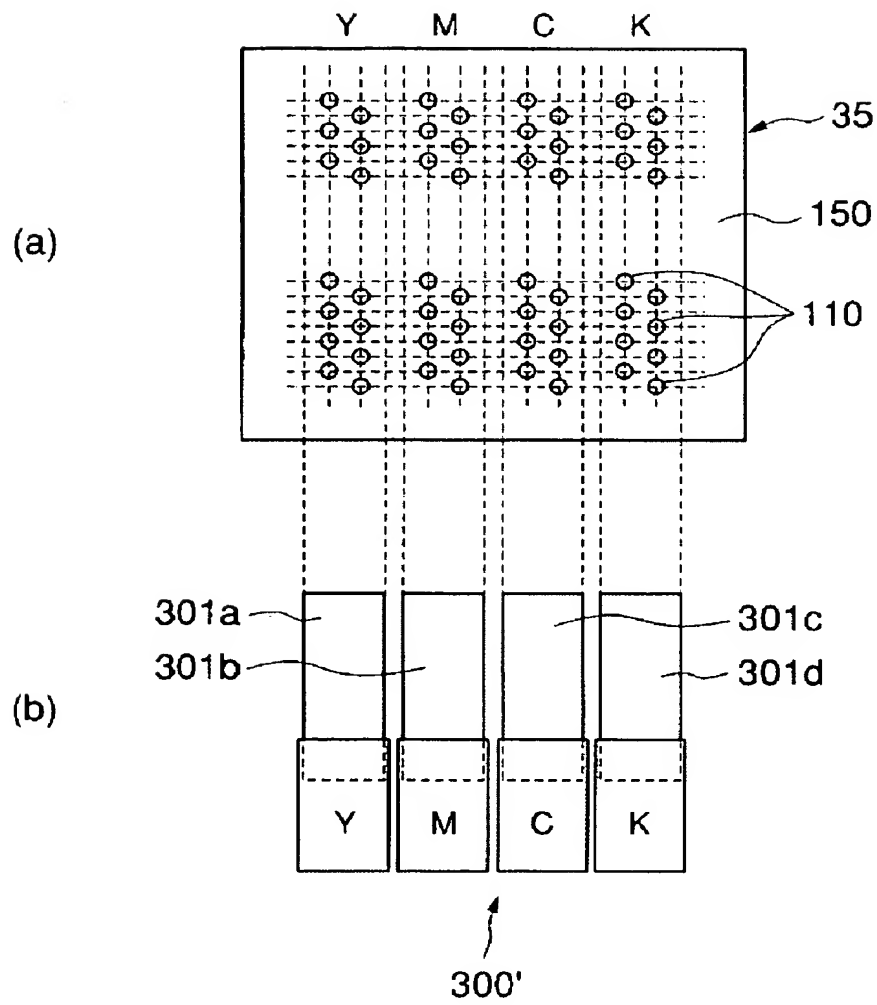
【図 39】



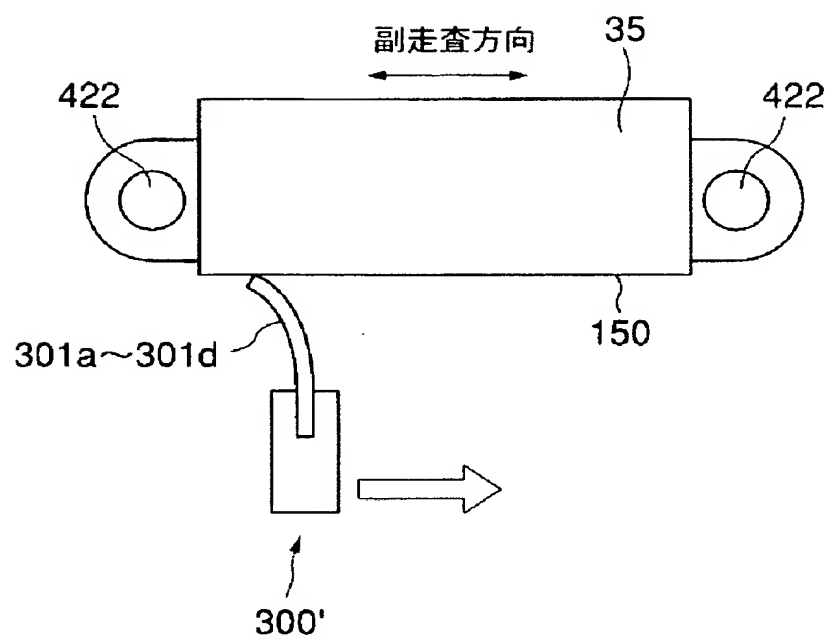
【図 40】



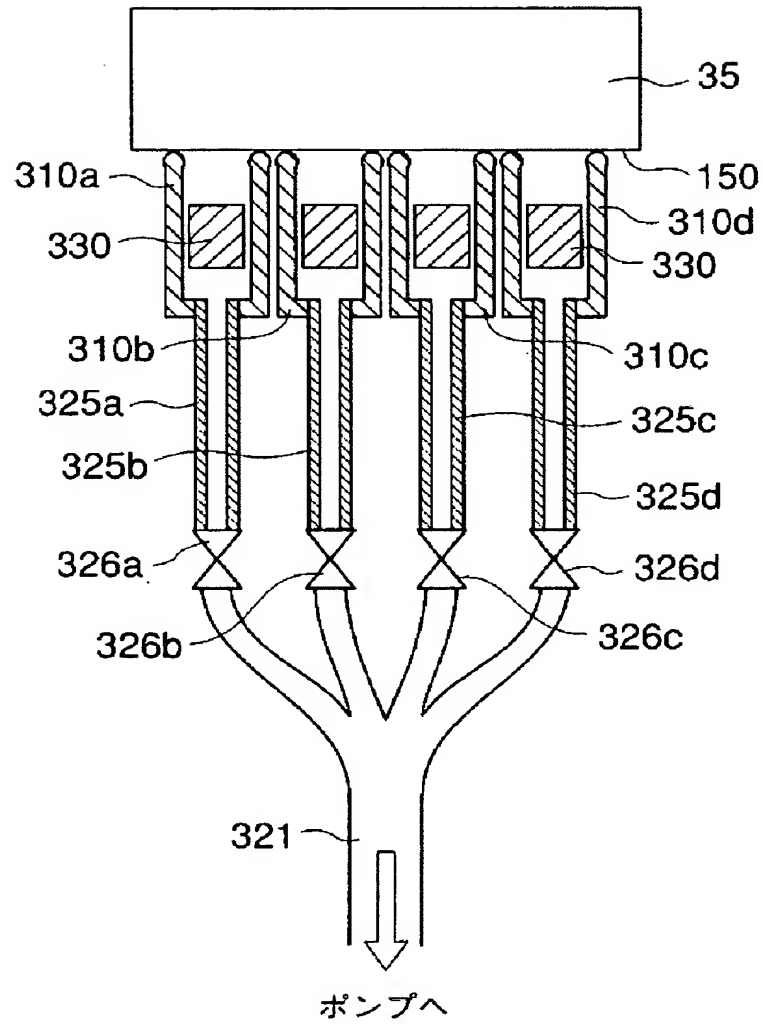
【図 41】



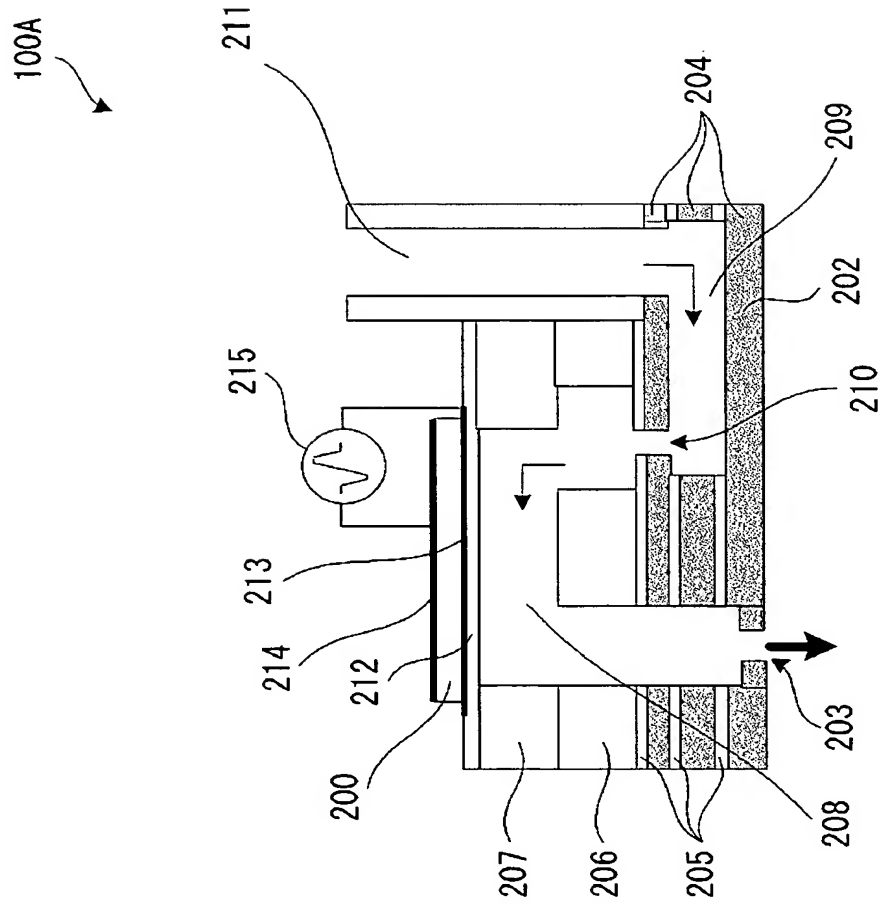
【図 42】



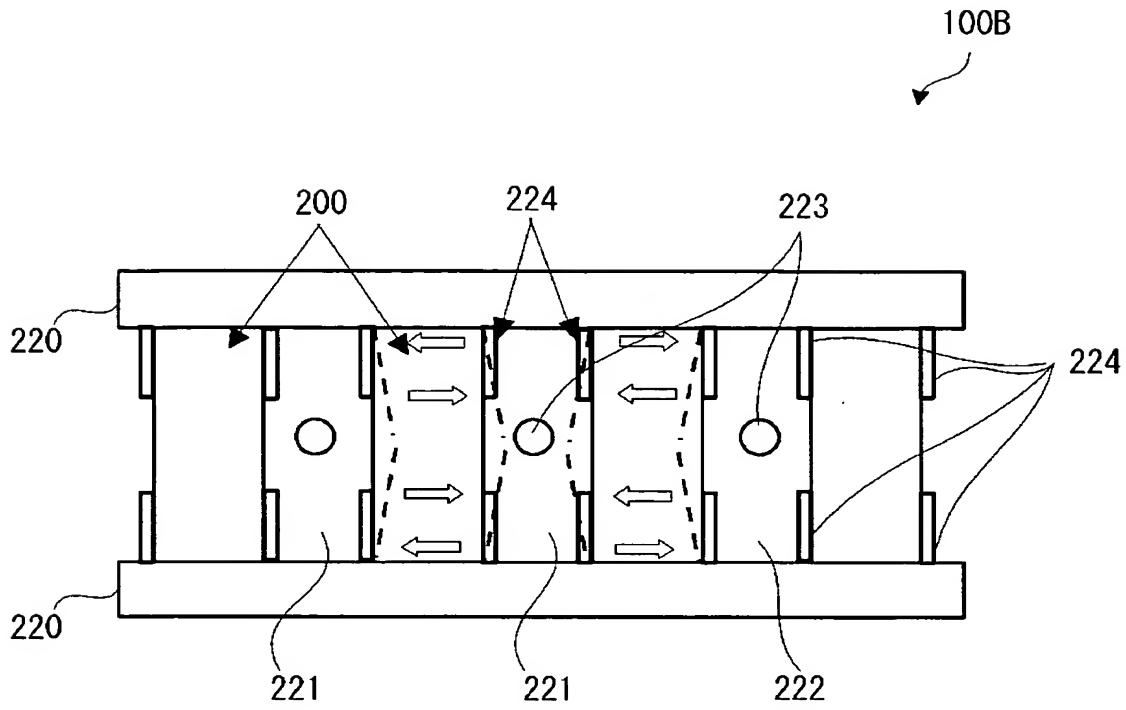
【図 43】



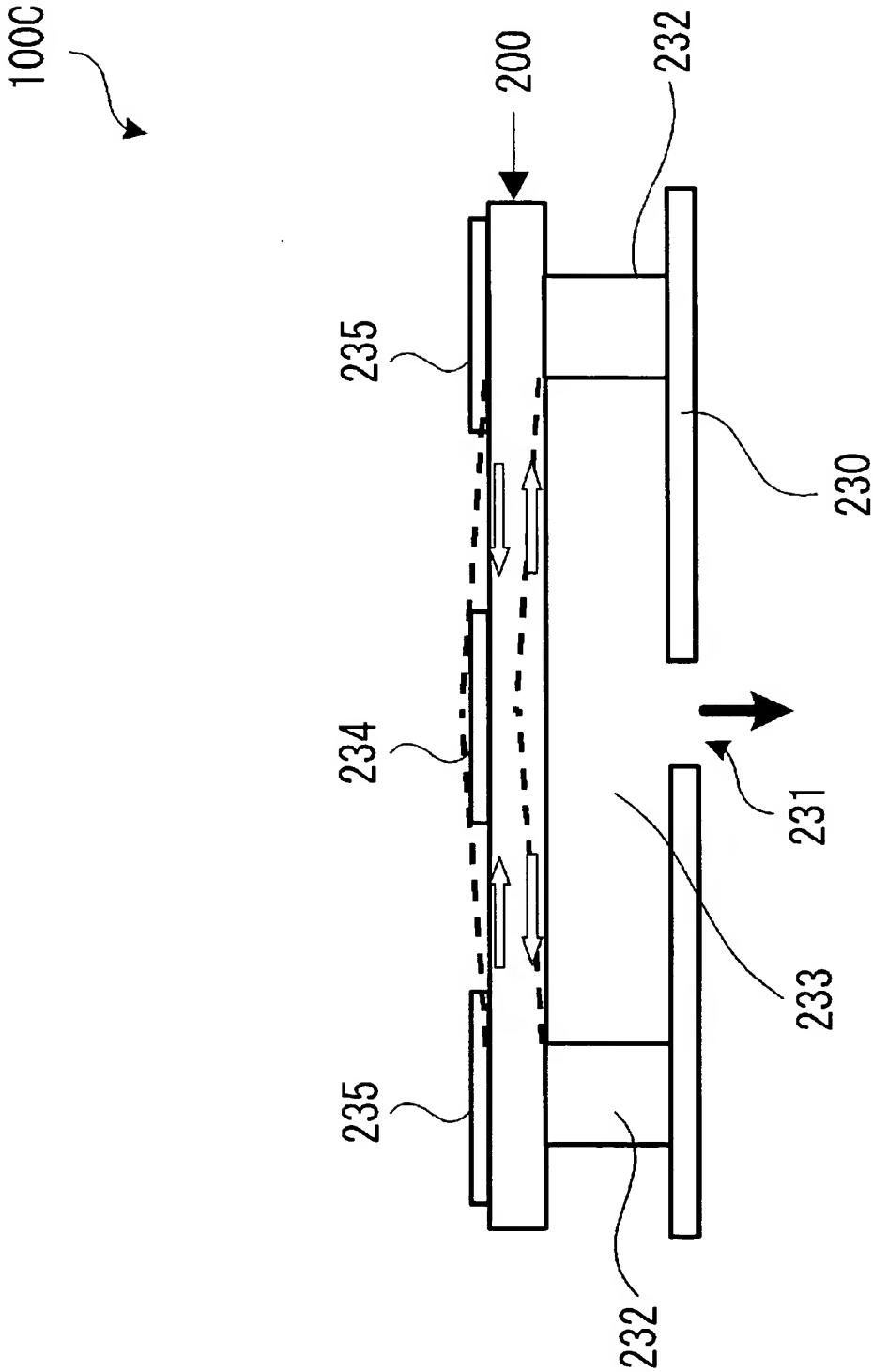
【図 44】



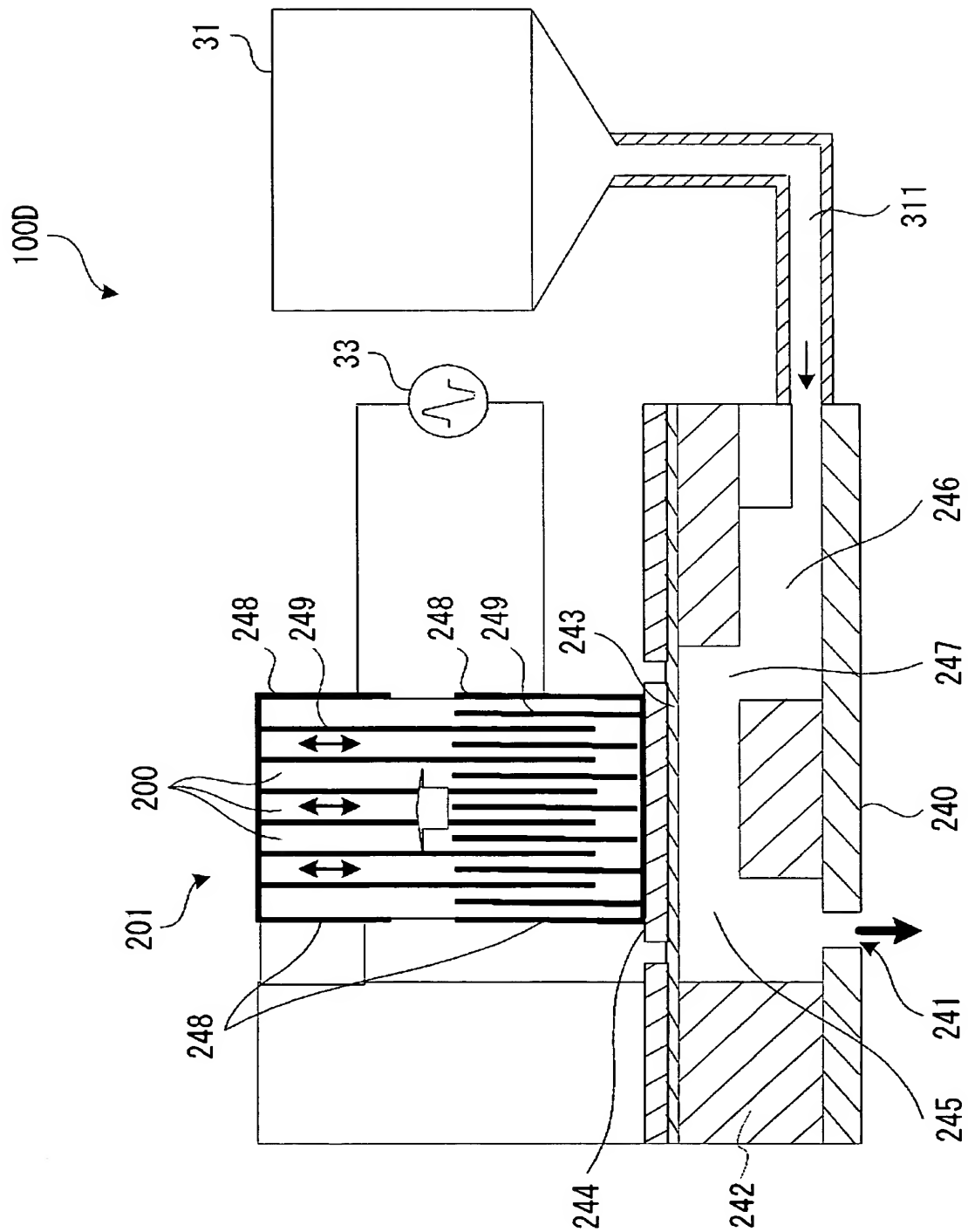
【図 45】



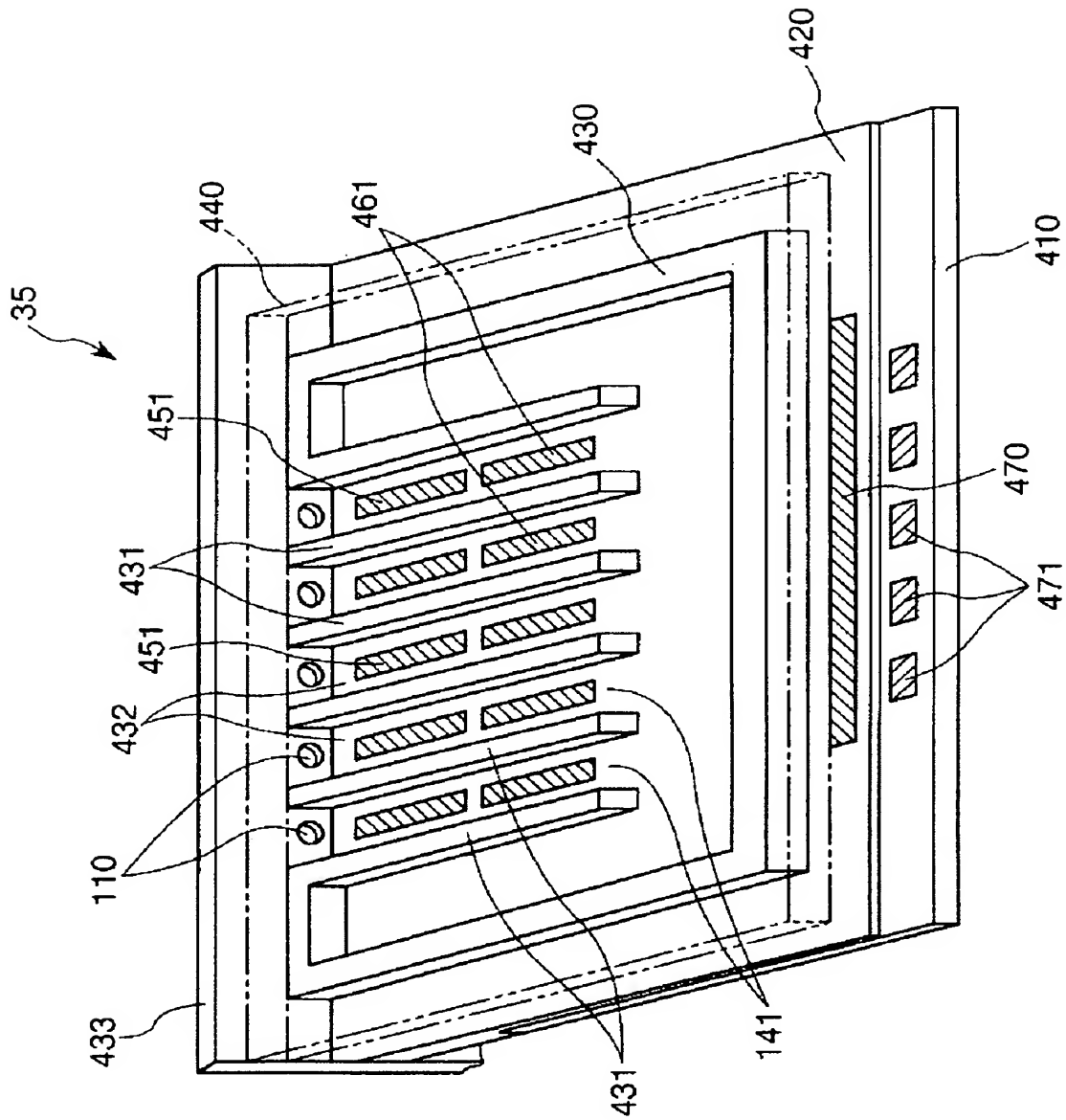
【図 46】



【図 47】



【図 48】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液滴吐出ヘッドの吐出異常が検出された場合、その吐出異常の原因を特定し、従来のようなシーケンシャルな回復処理ではなく、その原因に応じた適切な回復処理を実行することができ、また、回復処理と再検査によって液滴吐出ヘッドが正常状態に回復したかどうかを効率良く確認することができる液滴吐出装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の液滴吐出装置は、複数の液滴吐出ヘッドと、ノズルからの液滴の吐出異常を検出する吐出異常検出手段 10 と、液滴の吐出異常の原因を解消させる回復処理を行う回復手段 24 とを備え、全ノズルについて吐出異常検出手段 10 による検出を行った場合、吐出異常が発生した異常ノズルがあったときには、その吐出異常の原因に応じた回復処理を少なくとも異常ノズルに対して回復手段 24 により実行し、その後、異常ノズルに対してのみ液滴吐出動作を行って吐出異常検出手段 10 による検出を再度行う。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 4 6 2 8
受付番号	5 0 3 0 0 4 4 4 0 9 1
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 3 月 1 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月18日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 4 6 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社